



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

---

# **Diseño de una estrategia didáctica para la comprensión del movimiento circular uniforme y sus características**

**Justo Alberto Méndez Mendinueta**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias  
Bogotá, Colombia  
2016



# **Diseño de una estrategia didáctica para la comprensión del movimiento circular uniforme y sus características**

**Justo Alberto Méndez Mendinueta**

Trabajo final de maestría presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales**

Director:

Profesor: Diego Alejandro Torres Galindo

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias  
Bogotá, Colombia  
2016



*A mi esposa Janet, a mis hijos Johander y Jonathan que con su apoyo, amor y comprensión fortalecieron el espíritu de estudio.*

*A mis padres Justiniano y Neyla por su amor incondicional.*

*A la señora Miriam por su apoyo y consejo.*

*Al señor José por su deseo de vida*

## **Agradecimientos**

Al profesor Diego Alejandro Torres Galindo, por sus aportes y recomendaciones basadas en sus conocimientos.

A los docentes de la universidad Nacional porque apoyaron el fortalecimiento de la maestría desde sus diferentes disciplinas.

A los estudiantes de grado decimo de la Institución Educativa Rafael Valle Meza, jornada tarde por su colaboración en el desarrollo y aplicación de la propuesta.

Al rector Javier Ramírez y compañeros de trabajo que me dieron su comprensión y ánimo.

## Resumen

Se implementó una estrategia didáctica para la enseñanza del concepto Movimiento Circular Uniforme en los estudiantes del grado décimo de la Institución educativa Rafael Valle Meza, jornada tarde. Se hizo uso de elementos de la vida cotidiana de bajo costo para la implementación de experiencias demostrativas, las cuales posteriormente fueron analizadas con el apoyo del programa informático Tracker para apropiarse de los conceptos básicos del Movimiento Circular Uniforme. La estrategia hace uso de herramientas y experimentos que permiten la comparación de la prueba diagnóstica y la final para determinar la eficiencia de la estrategia pedagógica.

**Palabras claves:** movimiento, fuerza, trayectoria, velocidad, video.

## Abstract

A pedagogic strategy is implemented to teach the concept of Uniform Circular Motion with the students of tenth level of Rafael Valle Meza School, afternoon section. For the development of the strategy low cost and daily material were utilized for the creation of experimental practices, which were later analyzed with the help of the program Tracker to better learn the basic concepts of Uniform Circular Motion. The strategy makes use of tools and experiments that allow the comparison with a diagnostic test and final test to determine the efficiency of the strategy.

**Keywords:** motion, strength, trajectory, speed, video

# Contenido

|  |             |
|--|-------------|
| <i>Agradecimientos .....</i>   | <i>VI</i>   |
| <i>Resumen .....</i>   | <i>VII</i>  |
| <i>Contenido.....</i>  | <i>VIII</i> |
| <i>Lista de gráficos .....</i>   | <i>X</i>    |
| <i>Lista de figuras .....</i>  | <i>XII</i>  |
| <i>Introducción .....</i>  | <i>15</i>   |
| <b>1. Problema .....</b>   | <b>17</b>   |
| 1.1 Delimitación del problema .....                                    | 17          |
| 1.2 Objetivo general .....   | 18          |
| 1.3 Objetivos específicos.....   | 18          |
| <b>2. Marco Teórico.....</b>   | <b>19</b>   |
| 2.1 Historia sobre la concepción del movimiento circular uniforme..... | 19          |
| 2.2 Cinemática del Movimiento Circular Uniforme.....                   | 23          |
| 2.3 Dinámica del movimiento circular uniforme .....                    | 27          |
| <b>3. Referentes Didácticos.....</b>                                   | <b>30</b>   |
| 3.1 Enseñanza del movimiento circular uniforme.....                    | 30          |
| 3.2 El uso de la tecnología de la información y la comunicación .....  | 31          |
| 3.3 El software Tracker para la enseñanza de las ciencias.....         | 33          |
| <b>4. Estudio Exploratorio.....</b>                                    | <b>34</b>   |
| 4.1 Marco metodológico .....   | 34          |
| 4.2 Instrumento del estudio exploratorio .....                         | 34          |



|     |  |    |
|-----|--|----|
| 4.3 | Resultados del estudio exploratorio .....  | 36 |
| 5.  | <i>Propuesta didáctica</i> .....   | 45 |
| 6.  | <i>Resultados y Evaluación de la propuesta</i> .....                                 | 52 |
| 7.  | <i>Conclusiones y Recomendaciones</i> .....  | 61 |
| 7.1 | Conclusiones.....  | 61 |
| 7.2 | Recomendaciones .....  | 62 |
|     | <i>Bibliografía</i> .....  | 63 |
| A.  | <i>Anexo: Fundamentación sobre el movimiento circular uniforme I</i> .....           | 67 |
| B.  | <i>Anexo: Fundamentación sobre el movimiento circular uniforme II</i> .....          | 70 |
| C.  | <i>Anexo: Aplicación de los conceptos dados en una situación física libre.</i> ..... | 73 |
| D.  | <i>Anexo: Guía de orientación sobre el Tracker</i> .....                             | 76 |
| E.  | <i>Anexo: Guía de orientación sobre modelación del movimiento circular I</i> .....   | 77 |
| F.  | <i>Anexo: Guía de orientación sobre modelación del movimiento circular II</i> .....  | 80 |
| F.  | <i>Anexo: Imagen prueba exploratoria y posterior</i> .....                           | 84 |
| G.  | <i>Anexo: Imágenes fotográficas</i> .....  | 87 |

## Lista de gráficos

|   |    |
|---|----|
| Gráfico 1. Distribución de estudiantes al responder la pregunta ¿Por qué la Luna gira alrededor de la Tierra?   | 37 |
| Gráfico 2. Distribución de estudiantes al responder la pregunta ¿Cuánto demora la luna en su periodo de rotación alrededor de la tierra?  | 38 |
| Gráfico 3. Distribución de estudiantes al responder la pregunta ¿Por qué al tomar una curva a una velocidad no adecuada los vehículos se salen de la carretera?                                   | 39 |
| Gráfico 4. Distribución de estudiantes al responder la pregunta Al desprenderse la silla ¿En qué trayectoria sale con la chica?   | 40 |
| Gráfico 5. Distribución de estudiantes al responder la pregunta ¿Por qué el agua del cubo no se cae al girar?   | 41 |
| Gráfico 6. Distribución de estudiantes al responder la pregunta ¿Por qué cuando se deja de girar el cubo el agua cae?   | 42 |
| Gráfico 7. Distribución de estudiantes al responder la pregunta ¿Qué podría indicar de la distancia que recorre cada uno, en un giro, en comparación con el otro?                                 | 43 |
| Gráfico 8. Distribución de estudiantes al responder la pregunta ¿Qué podría indicar del ángulo que recorre cada uno, en un giro, en comparación con el otro?                                      | 44 |
| Gráfico 9. Comparativo entre la prueba exploratoria y la prueba posterior frente a la pregunta ¿Por qué la Luna gira alrededor de la Tierra?  | 53 |
| Gráfico 10. Comparativo entre la prueba exploratoria y la prueba posterior frente a la pregunta. ¿Cuánto demora la luna en su periodo de rotación alrededor de la tierra?                         | 54 |
| Gráfico 11. Comparativo entre la prueba exploratoria y la prueba posterior frente a la pregunta ¿Por qué al tomar una curva a una velocidad no adecuada los vehículos se salen de la carretera?   | 55 |
| Gráfico 12. Comparativo entre la prueba exploratoria y la prueba posterior frente a la pregunta, Al desprenderse la silla ¿En qué trayectoria sale con la chica?                                  | 56 |
| Gráfico 13. Comparativo entre la prueba exploratoria y la prueba posterior frente a la pregunta ¿Por qué el agua del cubo no se cae al girar?   | 57 |
| Gráfico 14. Comparativo entre la prueba exploratoria y la prueba posterior frente a la pregunta ¿Por qué cuando se deja de girar el cubo el agua cae?   | 58 |
| Gráfico 15. Comparativo entre la prueba exploratoria y la prueba posterior frente a la pregunta ¿Qué podría indicar de la distancia que recorre cada uno, en un giro, en comparación con el otro? | 59 |

*Gráfico 16. Comparativo entre la prueba exploratoria y la prueba posterior frente a la pregunta ¿Qué podría indicar del ángulo que recorre cada uno, en un giro, en comparación con el otro?\_\_\_\_\_ 60*

## Lista de figuras

|  |    |
|--|----|
| <i>Figura 1. Primera interpretación de los movimientos celestes en donde las estrellas están contenidas en una esfera móvil y en el centro la Tierra.</i>  | 20 |
| <i>Figura 2. Primer Ley de Kepler. Los planetas en su desplazamiento alrededor del Sol describen elipses, con el Sol ubicado en uno de sus focos</i>   | 22 |
| <i>Figura 3. Segunda ley de Kepler. Las áreas barridas por el segmento que une al Sol con el planeta son proporcionales a los tiempos empleados para describirlas</i>  | 22 |
| <i>Figura 4. Cuerpo en Movimiento Circular Uniforme cuya trayectoria es una circunferencia de radio R.</i>   | 24 |
| <i>Figura 5. Ángulo de 1 radian en donde la longitud del arco es igual al radio</i>  | 25 |
| <i>Figura 6. Vectores posición y velocidad de una partícula con rapidez constante</i>  | 26 |
| <i>Figura 7. Acción de la fuerza F que genera la dinámica del movimiento circular uniforme</i>   | 29 |
| <i>Figura 8. Prueba exploratoria que se les presentó a los alumnos para evaluar sus conocimientos del Movimiento Circular Uniforme. La forma puede ser consultada en <a href="https://docs.google.com/a/unal.edu.co/forms/d/1M-xS5siRO1C_6Qo3OB0ExNm-B1x4ivk-QTL7hPdSWiQ/viewform">https://docs.google.com/a/unal.edu.co/forms/d/1M-xS5siRO1C_6Qo3OB0ExNm-B1x4ivk-QTL7hPdSWiQ/viewform</a></i> | 35 |
| <i>Figura 9. Estudio hecho con el Tracker, por los estudiantes, sobre un engranaje de Lavadora en Movimiento Circular Uniforme. Video casero. Se puede observar en la dirección <a href="https://youtu.be/GEZ9D7OVMBE">https://youtu.be/GEZ9D7OVMBE</a></i>  | 48 |
| <i>Figura 10. Estudio hecho con el Tracker de la hélice de abanico en Movimiento Circular Uniforme. Video casero. Se puede observar en la dirección <a href="https://youtu.be/ZCsgPbYed2o">https://youtu.be/ZCsgPbYed2o</a></i>  | 49 |
| <i>Figura 11. Estudio hecho con el Tracker de la llanta de un carro de juguete en Movimiento Circular Uniforme. Video casero. Se puede observar en la dirección <a href="https://youtu.be/v0wY5QmnECI">https://youtu.be/v0wY5QmnECI</a></i>  | 49 |
| <i>Figura 12. . Estudio hecho con el Tracker de la llanta de un automóvil en Movimiento Circular Uniforme. Video casero. Se puede observar en la dirección <a href="https://youtu.be/cvmcIo4mArl">https://youtu.be/cvmcIo4mArl</a></i>   | 50 |
| <i>Figura 13. Estudio hecho con el Tracker de la rueda de una bicicleta en Movimiento Circular Uniforme. Video casero. Se puede observar en la dirección <a href="https://youtu.be/VBI2klyRMLs">https://youtu.be/VBI2klyRMLs</a></i>   | 50 |

*Figura 14. Estudio hecho con el Tracker de la rueda de un trapiche en Movimiento Circular Uniforme. Video tomado en las calles de Valledupar. Se puede observar en la dirección <https://youtu.be/6Vq3HrWf69o> \_\_ 51*

*Figura 15. . Estudio hecho con el Tracker de la rueda de una elíptica en Movimiento Circular Uniforme. Video tomado en un gimnasio casero. Se puede observar en la dirección <https://youtu.be/IDpKNkbGgk0> \_\_\_\_\_ 51*



## Introducción

La enseñanza siempre ha sido objeto de estudio y de investigación para la humanidad, sin embargo como lo indican (Andrés y Figueroa, 2001; Carrascosa, Gil y Valdés, 2005) el proceso de enseñanza se sigue interviniendo de manera magistral y estática, sin darle a los estudiantes la posibilidad de vincular el mundo de la ciencia con su mundo cotidiano.

El Ministerio de Educación Nacional, mediante la formulación de los estándares y su aplicación en las diferentes instituciones educativas, busca que los estudiantes relacionen los conocimientos científicos con su entorno, para que de esta manera desarrollen habilidades de análisis y solución de problemas, así como capacidades científicas como la de explorar fenómenos, observar, recoger y organizar información relevante para obtener explicaciones satisfactorias a fenómenos de su vida diaria. Sin embargo, ha sido claro que existe una enorme dificultad para consolidar una práctica docente que permita la aproximación y uso en la vida diaria de los alumnos al enorme poder que puede proveer al tener habilidades científicas.

Sin embargo, estando la tecnología en constante evolución, es imprescindible el integrar avances tecnológicos, como el uso de software, videos y otros elementos de actualidad para mejorar los procesos de enseñanza de las ciencias en general, y de la física en particular. Un tema que en la enseñanza de la física se aborda con extrema dificultad es el del Movimiento Circular Uniforme, en donde la mayoría de los textos se enfocan hacia la oscura presentación de las ecuaciones que lo regulan y posterior solución de problemas, dejando a un lado el

entendimiento conceptual, el análisis físico y su relación con posibles aplicaciones en el entorno en que se desenvuelve el estudiante.

Por todo lo anterior, en este trabajo se propone el diseño de estrategias didácticas para que los estudiantes reconozcan el Movimiento Circular Uniforme en fenómenos de su entorno, que puedan comprender e identificar las características del mismo, describirlo cualitativa y cuantitativamente mediante una modelación didáctica usando como mediador el programa Tracker. El desarrollo de experimentos diseñados con materiales de bajo costo y su estudio por medio del software Tracker, busca integrar análisis cualitativos de las experiencias con análisis cuantitativos obtenidos con el software especializado. Además en combinación con el uso de esta poderosa herramienta de adquisición de datos, Tracker, los alumnos superan la dificultad de relacionar conceptos físicos fundamentales con elementos cotidianos permitiéndoles comprender conceptos de mayor exigencia académica.

El espacio en donde se desarrolló la propuesta didáctica es la institución educativa Rafael Valle Meza de la ciudad de Valledupar. El trabajo se desarrolló por etapas, en una primera se buscó detectar las dificultades de aprendizaje en los estudiantes del grado décimo en el tema del Movimiento Circular Uniforme, luego se realizó una investigación teórica y disciplinar, complementando el trabajo con la aplicación de una estrategia que hizo uso de videos para la modelación matemática del fenómeno físico y la fundamentación teórica del trabajo, posteriormente se realizó un desarrollo matemático de los conceptos y con base en esto, diseñar e implementar la propuesta didáctica. Por último, se realizó la validación de la metodología con el estudio de sus resultados de donde se desprendieron las conclusiones y se verificó el avance de los estudiantes en los conceptos del Movimiento Circular Uniforme.



---

# 1. Problema

## 1.1 Delimitación del problema

La institución Rafael Valle Meza, es un establecimiento educativo de carácter oficial mixto que ofrece su servicio en los niveles de preescolar, básica primaria y media en el calendario A, ubicada la zona sur de Valledupar, con una población, según proyecto educativo institucional, que se encuentra estratificada en los niveles 1 y 2.

En los núcleos de aprendizaje de la mecánica se encuentra el movimiento en todas sus manifestaciones, y dentro de él tenemos el movimiento circular uniforme. Su importancia radica en que juega un papel importante en la explicación de muchos fenómenos físicos que rodean a los estudiantes en su vida diaria, por ejemplo el movimiento de giro de las ruedas de automóviles y bicicletas, el giro de las aletas de los abanicos, el movimiento de la luna alrededor de la tierra o el de las manecillas del reloj, entre otros.

Dentro de la experiencia pedagógica que se desarrolla en la asignatura de física en el grado décimo, se ha encontrado dificultad para la conceptualización del movimiento circular uniforme en los estudiantes, esto evidenciado en los bajos resultados de las evaluaciones internas y la poca relación con los fenómenos de su entorno diario.

Lo anterior es una consecuencia de no poder lograr en los estudiantes la apropiación de los conceptos físicos por la forma teórica de afrontar el tema, además de no hacer uso de la tecnología que permita crear una relación del fenómeno físico con el mundo real.

## **1.2 Objetivo general**

- ✓ Diseñar una estrategia didáctica para los estudiantes de grado décimo de que les ayude a reconocer, describir y comprender las características del movimiento circular uniforme mediante el uso del programa Tracker.

## **1.3 Objetivos específicos**

- a) Indagar sobre los conceptos previos de los estudiantes relacionados al movimiento circular uniforme y sus características.
- b) Elaborar una guía metodológica para el análisis conceptual del movimiento circular uniforme a partir del uso del software Tracker, utilizando experimentos de bajo costo.
- c) Implementar y evaluar la estrategia planteada con los estudiantes del grado décimo.

## **2.Marco Teórico**

### **2.1 Historia sobre la concepción del movimiento circular uniforme**

Para tratar el movimiento circular uniforme hay que remitirse a la cinemática y sus inicios se remontan al siglo XIV. Hacia 1604, Galileo Galilei hizo sus famosos estudios del movimiento de caída libre y de esferas en planos inclinados a fin de comprender aspectos del movimiento relevantes en su tiempo, como el movimiento de los planetas y de las balas de cañón. Posteriormente, el estudio de la cicloide realizado por Evangelista Torricelli (1608-47), va configurando lo que se conocería como Geometría del Movimiento. La Cinemática trata del estudio del movimiento de los cuerpos en general, y, en particular, el caso simplificado del movimiento de un punto material.

El movimiento de los cuerpos, a pesar de estar presente en nuestro entorno, sus principios de comprensión fueron muy empíricos y su estudio se vino a formalizar con pensadores como Aristóteles, Galileo, Newton entre otros. La necesidad de comprender el movimiento de los cuerpos radica en su papel trascendental para la descripción del universo físico y el avance de la ciencia.

En la antigüedad la necesidad de explicar los fenómenos celestes y sobre todo el movimiento de los planetas originó diferentes teorías que daban explicación al fenómeno. Para los filósofos griegos el movimiento circular era el más natural y perfecto de los posibles. En una primera interpretación de los movimientos

celestes, las estrellas estaban contenidas en una esfera móvil en cuyo centro se encontraba la Tierra, esférica a su vez.



Figura 1. Primera interpretación de los movimientos celestes en donde las estrellas están contenidas en una esfera móvil y en el centro la Tierra.

Para el siglo IV a. C. los historiadores mencionan el surgimiento de la *primera revolución científica*<sup>1</sup> donde se especulaba sobre el movimiento de los cuerpos celestes y dentro de las teorías más sobresalientes se encuentra la de Aristóteles, Aristarco y Ptolomeo.

La gran innovación fue la idea de Aristóteles en donde presenta una estructura de los cielos proponiendo el movimiento circular para explicar el movimiento de los cuerpos celestes en su obra *De caelo*. Para Aristóteles el movimiento circular uniforme es el movimiento perfecto, a tal punto que *El límite [del movimiento rectilíneo] no se conecta con el principio, mientras que el límite del movimiento*

---

<sup>1</sup> HELGE, Kragh Historia de la cosmología: De los mitos al universo inflacionario.

*circular se conecta con su principio, y éste es el único movimiento perfecto.* (Phys.VIII.8.264b27-28)<sup>2</sup>.

Aristarco de Samos (s. III a. C.) postuló un sistema precursor del de Copérnico, heliocéntrico y con la Tierra en rotación sobre su eje además el de traslación alrededor del Sol. Por último, Claudio Ptolomeo confeccionó un modelo geocéntrico con los planetas moviéndose en epiciclos (Holton-Brush 1976).

Nicolás Copérnico propuso su trabajo (1543) sobre la teoría heliocéntrica en donde explica que no es el Sol el que gira alrededor de la Tierra sino al contrario, restaurando la teoría de las esferas que contenían a los planetas esta vez con centro en el Sol, además estableció una jerarquía de velocidades de las esferas en orden decreciente a medida que aumentaban de diámetro.

Tomando la idea de Copérnico, Kepler la desarrolla. Una de sus obras más importantes durante este periodo fue Astronomía nova (1609), la gran culminación de sus cuidadosos esfuerzos para calcular la órbita de Marte. Este tratado contiene la exposición de dos de las llamadas leyes de Kepler sobre el movimiento planetario.

- ✓ Según la primera ley, los planetas giran en órbitas elípticas, con el Sol en uno de los focos.

---

<sup>2</sup> BERMÚDEZ, Juan Pablo. La teleología circular de Aristóteles.

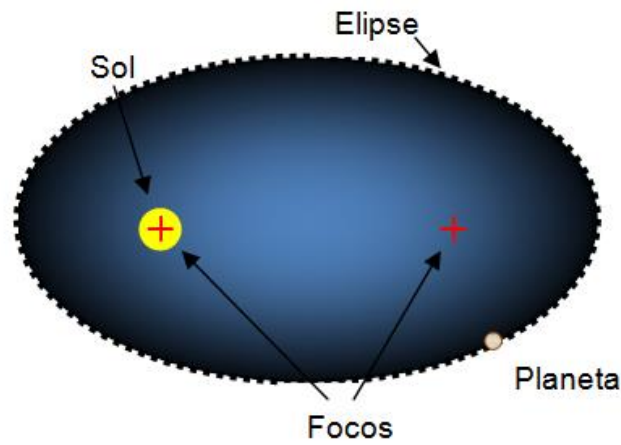


Figura 2. Primer Ley de Kepler. Los planetas en su desplazamiento alrededor del Sol describen elipses, con el Sol ubicado en uno de sus focos

- ✓ La segunda, o regla del área, afirma que una línea imaginaria desde el Sol a un planeta recorre áreas iguales de una elipse durante intervalos iguales de tiempo. En otras palabras, un planeta girará con mayor velocidad cuanto más cerca se encuentre del Sol. Kepler imaginaba que los planetas con una propiedad de resistir a moverse. A esta propiedad la llamó inercia (Koyré, A. 1950), y el Sol debía impulsarlos continuamente para que pudieran vencer dicha resistencia.

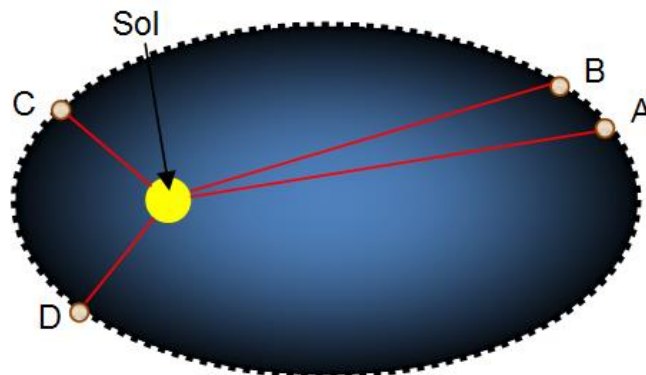


Figura 3. Segunda ley de Kepler. Las áreas barridas por el segmento que une al Sol con el planeta son proporcionales a los tiempos empleados para describirlas

Un nuevo pensamiento surge con las ideas de Galileo Galilei (1638).y el uso del telescopio dando un cambio sobre la percepción del movimiento y la naturaleza de los cuerpos celestes, pues se intenta explicar el movimiento de los cuerpos no por su esencia, de manera cualitativa, sino con modelos matemáticos cuantitativos, que son la base de la dinámica de Newton.

Llegó con Newton, la ley de la gravitación universal. Después de analizar la relación existente entre las fuerzas centrípetas y la ley de las áreas de Kepler y usando como herramientas básicas los teoremas que concretan esta relación juntamente con la intuición dinámica fundamental que se explicita en su segunda ley del movimiento. El modelo dinámico del movimiento circular desarrollado por Newton se ha aplicado exitosamente a los movimientos circulares descritos desde sistemas de referencia inerciales, y las fuerzas ejercidas por los cuerpos son suficientes para predecir el movimiento.

Es importante resaltar en esta visión histórica del movimiento de los cuerpos celestes que desde el primer momento en que los filósofos tratan de identificarlo, jamás se puso en duda el movimiento circular o combinaciones de movimientos circulares para la explicación de los mismos, siendo la razón más trascendental para iniciar su estudio.

## **2.2 Cinemática del Movimiento Circular Uniforme**

El movimiento circular uniforme es un movimiento periódico en donde la partícula que se mueve describe una trayectoria que es una circunferencia de radio  $R$  con rapidez constante  $v$ .

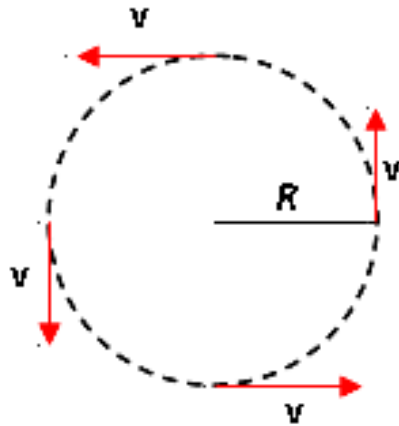


Figura 4. Cuerpo en Movimiento Circular Uniforme cuya trayectoria es una circunferencia de radio  $R$ .

El periodo de un movimiento circular uniforme es el tiempo invertido en dar una vuelta o revolución, se representa con la letra  $T$  y se mide en segundos.

$t$  = tiempo empleado en dar  $n$  vueltas completas

$n$  = número de vueltas

$$T = \frac{t}{n} \quad (1)$$

La frecuencia es el número de vueltas que da el móvil en la unidad de tiempo y se representa por  $f$ .

$t$  = tiempo empleado en dar vueltas completa

$n$  = número de vueltas

$$f = \frac{n}{t} \quad (2)$$



En el sistema internacional la frecuencia se mide Hertz (Hz) en honor de Heinrich Hertz.

Existe una relación matemática sencilla entre los arcos descritos y los ángulos que sustentan: "el ángulo es la relación entre el arco y el radio con que ha sido trazado".

Si llamamos  $\Delta S$  al arco recorrido y  $\Delta\varphi$  al ángulo barrido por el radio:

$$\text{Angulo} = \frac{\text{arco}}{\text{radio}} = \frac{\Delta S}{R} = \Delta\varphi \quad (3)$$

El radian es el ángulo cuya longitud del arco es igual al radio. Por lo tanto, para una circunferencia completa:

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi R}{R} = 2\pi \text{ rad} \quad (4)$$

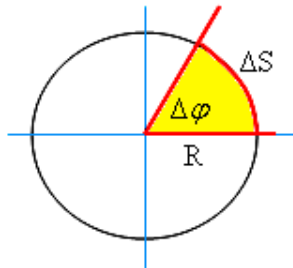


Figura 5. Ángulo de 1 radian en donde la longitud del arco es igual al radio

Los vectores posición y velocidad de una partícula que se está moviendo con movimiento circular uniforme se muestran en la Figura 6.

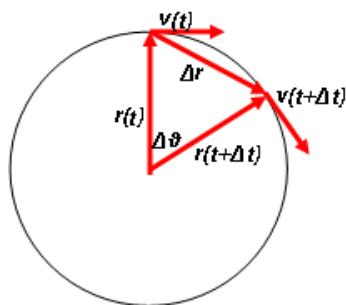


Figura 6. Vectores posición y velocidad de una partícula con rapidez constante

El ángulo  $\Delta\theta$  entre  $\mathbf{v}(t)$  y  $\mathbf{v}(t + \Delta t)$  es el mismo que entre  $\mathbf{r}(t)$  y  $\mathbf{r}(t + \Delta t)$ , ya que los vectores posición y velocidad deben girar el mismo ángulo para conservar su perpendicularidad mutua. Con los dos vectores velocidad y con  $\Delta\mathbf{v}$  se forma un triángulo isósceles. El segundo triángulo isósceles se forma con los dos vectores posición y con  $\Delta\mathbf{r}$ . Para encontrar la dirección del vector aceleración se examina el triángulo formado por los dos vectores velocidad y  $\Delta\mathbf{v}$ . La suma de los ángulos de un triángulo es  $180^\circ$  y los ángulos de la base de cualquier triángulo isósceles son iguales. En el límite en que  $\Delta t$  es muy pequeño,  $\Delta\theta$  también es muy pequeño por lo que en este límite los dos ángulos de la base se aproximan a  $90^\circ$ .

Esto significa que  $\Delta\mathbf{v}$  es perpendicular a la velocidad. Si  $\Delta\mathbf{v}$  se dibuja en la posición de la partícula señala en la dirección centrípeta.

Los dos triángulos son semejantes, por lo que

$$\frac{|\Delta\mathbf{v}|}{v} = \frac{|\Delta\mathbf{r}|}{r} \quad (5)$$

Dado que las longitudes de formas semejantes son proporcionales. Dividiendo los dos términos por  $\Delta t$  y reorganizando nos queda:

$$\frac{|\Delta\mathbf{v}|}{\Delta t} = \frac{v|\Delta\mathbf{r}|}{r\Delta t} \quad (6)$$

En el límite cuando  $\Delta t$  es muy pequeño, el término  $\frac{|\Delta v|}{\Delta t}$  se parece cada vez más al módulo de la aceleración instantánea en  $a$ , y el término  $\frac{|\Delta r|}{\Delta t}$  se parece a  $v$ , el módulo de la velocidad instantánea. Si sustituimos estas igualdades en el límite

$$a = a_c = \frac{v^2}{r} \quad (7)$$

Una aceleración de esta naturaleza se llama aceleración centrípeta (centrípeta significa hacia el centro). El subíndice en el símbolo de aceleración recuerda que la aceleración es centrípeta.

En muchas situaciones es conveniente describir el movimiento de una partícula que se mueve con rapidez constante en un círculo de radio  $r$  en términos del periodo  $T$ , que se define como el intervalo de tiempo requerido para una revolución completa de la partícula. Durante un periodo, la partícula se mueve una distancia  $2\pi r$  (donde  $r$  es el radio) por lo que la velocidad de la misma está relacionada con  $r$  y con  $T$  mediante la expresión

$$v = \frac{2\pi r}{T} \quad (8)$$

## 2.3 Dinámica del movimiento circular uniforme

Para describir el movimiento circular se requiere precisar el estudio de la dinámica que lo rige, ya que según los estándares básicos de competencia para el grado décimo, se debe modelar el movimiento de los cuerpos a partir de las fuerzas que actúan sobre ellos.

Según la primera ley de Newton, para que una partícula se mueva en una trayectoria no rectilínea es necesario que actúe una fuerza sobre ella, pues de lo contrario permanecería moviéndose indefinidamente en línea recta, una componente perpendicular al movimiento, provoca que el cuerpo describa una trayectoria curva, aun cuando su velocidad lineal pueda ser constante. En el caso

que la fuerza tenga una magnitud constante y sea siempre perpendicular al movimiento, se tiene un movimiento denominado circular uniforme (M.C.U.).

En todo movimiento la aceleración puede descomponerse en:

- 1) Aceleración centrípeta ( $\vec{a}_c$ ) responsable del cambio de dirección (si  $\vec{a}_c = 0$  la trayectoria es una recta)
- 2) Aceleración tangencial ( $\vec{a}_t$ ) responsable del cambio en la velocidad lineal con la que se mueve el objeto.

La segunda ley de Newton determina el movimiento de una partícula y para el caso del movimiento circular uniforme se considera solamente la componente normal de la aceleración; la ecuación dinámica para M.C.U. tiene entonces la forma:

$$\sum \vec{F} = m\vec{a}_c \quad (9)$$

$$\sum \vec{F} = m \frac{v^2}{R} \quad (10)$$

Siendo  $v$  la velocidad del móvil,  $m$  su masa y  $R$  el radio de la trayectoria circular que sigue, como se muestra en la Figura 7.

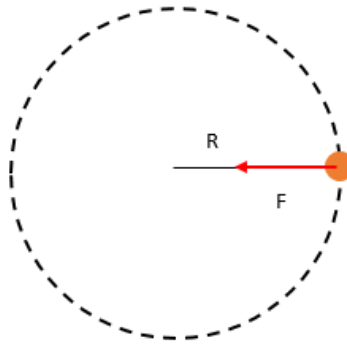


Figura 7. Acción de la fuerza  $F$  que genera la dinámica del movimiento circular uniforme

La fuerza que obliga a un cuerpo a seguir una trayectoria circular se llama fuerza centrípeta, ecuación (9) es igual al producto de la masa por la aceleración centrípeta y como se observa en la ilustración 4, tiene la dirección del radio y el sentido hacia el centro de la circunferencia.

## 3. Referentes Didácticos

### 3.1 Enseñanza del movimiento circular uniforme

En el desarrollo de la experiencia pedagógica en enseñanza de la física, ha surgido la inquietud de cómo mejorar el proceso en temas como el del movimiento circular uniforme, en donde, siguiendo como guía algunos textos del mercado, se enfoca la temática hacia la presentación de las ecuaciones que lo regulan y solución de problemas, dejando a un lado el entendimiento conceptual y su relación con la aplicación en el entorno en que se desenvuelve el estudiante.

Lo anterior ha sido duplicado por nosotros los docentes y se observa cuando los alumnos aplican las ecuaciones y conceptos de manera memorística en los talleres o evaluaciones internas. Hoy sabemos que esta concepción de ciencias constituye un obstáculo muy grande para el aprendizaje de las ciencias y es responsable de muchos de los fracasos escolares y de los enfoques que se proponen para la enseñanza de las mismas (Linder, 1993).

Lo anterior ha generado el descuido de los estudiantes, creando obstáculos en los procesos de aprendizaje, olvidando la estructura lógica de los contenidos conceptuales, el nivel de exigencia formal de los mismos y la influencia de los conocimientos previos y preconcepciones del alumno.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> MOYA, Juan Miguel. ¿Cómo enseñar ciencias?

Como caso especial mencionamos el movimiento circular uniforme en donde los estudiantes no logran interpretar los elementos cinemáticos que lo componen como el periodo, la frecuencia, la velocidad lineal y aceleración, descuidando aún más la existencia de la fuerza que lo genera.

En Colombia, y mediante la intervención del Ministerio de Educación Nacional, en los últimos años ha surgido un gran avance para el mejoramiento de la enseñanza de la ciencia con la emisión de los lineamientos y estándares básicos de Competencias en esta área, en la cual se especifica que los estudiantes deben reconocer y describir relaciones entre distancia recorrida, velocidad, aceleración y fuerza involucrada en diversos tipos de movimiento y usar como herramienta la modelación matemática del movimiento de objetos cotidianos a partir de las fuerzas que actúan sobre ellos.

Para el movimiento circular y su interpretación, se han creado muchas animaciones y actividades interactivas que permiten esa modelación y su mayor comprensión, que relacionan las variables antes mencionadas.

### **3.2 El uso de la tecnología de la información y la comunicación**

Dentro del plan decenal de educación en su capítulo III propone una renovación pedagógica desde el uso de la tecnología de la información y la comunicación (Tic), marcando como objetivos:

- ✓ Promover procesos investigativos que propendan por la innovación educativa para darle sentido a las Tic desde una constante construcción de las nuevas formas de ser y de estar del aprendiz.<sup>4</sup>

---

<sup>4</sup> Plan decenal de educación 2006-2016. Lineamientos en tic. Pacto social por la educación.

- ✓ Incorporar el uso de las Tic como eje transversal para fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje en todos los niveles educativos.

Dentro del uso de las Tic en educación y en especial en ciencias, la elaboración de materiales que hagan aplicación de recursos tecnológicos, se hace necesario y primordial más aun cuando la sociedad actual está transitando hacia la colaboración y la socialización de la producción de información<sup>5</sup>.

La aplicación de las Tic en la enseñanza de las ciencias contribuye al desarrollo integral de la persona, en el marco de una cultura científica, brinda alternativas de solución a los problemas físicos y la creación de nuevas estrategias de enseñanza además de renovar métodos pedagógico-didácticos empleados hasta ahora, brindando la oportunidad de que aparezcan espacios nuevos de enseñanza y generar un aprendizaje más significativo.

Para potenciar la aplicación de las nuevas tecnologías en ciencias, el video juega un papel trascendental para la creación de nuevas estrategias de enseñanza, más aun en ciencia física si se aborda la cinemática de los cuerpos con su uso.

El uso de un software de video permite trabajar desde el análisis de movimiento de un cuerpo con su descripción conceptual, las gráficas particulares, ecuación de movimiento y la tabla de datos de las diferentes variables implicadas en este, el uso del video como una herramienta de las TIC, permite desarrollar un conjunto de habilidades o competencias puesto las TIC son consideradas como un agente de cambio con impacto revolucionario (McFarlane et al, 2000).

---

<sup>5</sup> UNESCO. Educación para el desarrollo sostenible. <http://www.unesco.org/es/esd/>



### 3.3 El software Tracker para la enseñanza de las ciencias

Como indicamos, el uso de un software de video permite trabajar desde el análisis de movimiento de un cuerpo con su descripción conceptual, las gráficas particulares, ecuación de movimiento y la tabla de datos de las diferentes variables implicadas en este.

El programa informático Tracker, creado por el Profesor Douglas Brown, de la Cabrillo College, en los Estados Unidos de América permite analizar videos de experimentos Físicos, y extraer datos de las imágenes de forma muy sencilla, puede ser usado para comparar las imágenes con la predicción de modelos analíticos. Tracker está disponible en español. Es de código abierto es decir, su uso no tiene costo, y puede ser modificado o adaptado por los usuarios. Para facilitar su portabilidad Tracker está escrito en Java por lo que puede ser empleado tanto en Windows, Linux, o Mac.<sup>6</sup>

El uso de Tracker puede facilitar la realización y el análisis de experimentos físicos, con una cámara digital que capture las imágenes en modo de video, para que los alumnos graben el experimento y, a través de él realicen las mediciones. Además permite comparar la predicción que se realiza mediante una ecuación analítica, con los datos seleccionados en el video. Su uso y manejo es muy intuitivo con una interfase amigable para quien lo use sobre todos para los estudiantes que reconocen sus comandos de manera sencilla.

---

<sup>6</sup> BROWN, D. (2011). Tracker video analysis and modeling.

## **4. Estudio Exploratorio**

### **4.1 Marco metodológico**

El trabajo evalúa la intervención de una estrategia didáctica, enfocada a mejorar el aprendizaje de los estudiantes, respecto a un fenómeno físico, el movimiento circular uniforme y sus características. La estrategia está dirigida a 29 estudiantes del grado décimo de la institución educativa Rafael Valle Meza de la ciudad de Valledupar.


El primer aspecto que se indagó fue lo relacionado sobre los conceptos previos que poseen los estudiantes acerca del movimiento circular uniforme y sus características, para lo cual se realizó una prueba escrita con ítems abiertos para conocer: aproximaciones, errores y dificultades de los estudiantes.

Para el estudio diagnóstico se aplicó una prueba virtual a 29 estudiantes del grado 10 de la institución educativa Rafael Valle Meza de Valledupar.

### **4.2 Instrumento del estudio exploratorio**

La prueba diagnóstica se aplicó usando herramientas virtuales mediante un formulario en Drive, apoyándonos en videos sobre la situación a explorar, algunos publicados en You Tube y otros elaborados con estudiantes del curso décimo. La ubicación del formulario es la siguiente:


[https://docs.google.com/a/unal.edu.co/forms/d/1M-xS5siRO1C\\_6Qo3OB0ExNm-B1x4ivk-QTL7hPdSWiQ/viewform](https://docs.google.com/a/unal.edu.co/forms/d/1M-xS5siRO1C_6Qo3OB0ExNm-B1x4ivk-QTL7hPdSWiQ/viewform)



## Indagación sobre pre conceptos de Movimiento Circular Uniforme

\*Obligatorio

Institución educativa Rafael Valle Meza



Jóvenes estudiantes

Dentro del desarrollo de la temática en física corresponde el movimiento circular uniforme, para lo anterior presento este formulario que busca exclusivamente indagar el conocimiento que usted tiene sobre el tema. Se les recomienda desarrollarlo con la mayor honestidad y proponiendo la posible explicación que justifique lo preguntado al fenómeno físico.

La sola participación en el diligenciamiento del formulario será valorada con desempeño superior sin importar sus respuestas. El formulario debe estar diligenciado a más tardar el día: 09 de marzo a las 9:00 a.m, pasada la fecha y hora máxima permitida los estudiantes que no envíen sus respuestas se valorarán con desempeño bajo.

Apellidos y Nombres \*

Figura 8. Prueba exploratoria que se les presentó a los alumnos para evaluar sus conocimientos del Movimiento Circular Uniforme. La forma puede ser consultada en [https://docs.google.com/a/unal.edu.co/forms/d/1M-xS5siRO1C\\_6Qo3OB0ExNm-B1x4ivk-QTL7hPdSWiQ/viewform](https://docs.google.com/a/unal.edu.co/forms/d/1M-xS5siRO1C_6Qo3OB0ExNm-B1x4ivk-QTL7hPdSWiQ/viewform)

Según Pedro Morales Vallejo<sup>7</sup> (2009), las preguntas abiertas las entendemos como aquellas preguntas o ejercicios en los que el alumno tiene que construir su propia respuesta. Se trata de los exámenes escritos tradicionales.

Un formulario de Google en Drive es un cuestionario elaborado con preguntas, en este caso abiertas, que permite recopilar información de forma fácil y eficiente de los alumnos sobre diversos temas.

En este trabajo diagnóstico se pretende conocer los conceptos iniciales que tienen los estudiantes del grado décimo sobre el movimiento circular uniforme con la intención de que ellos:

- ✓ Identifiquen la causa del movimiento circular uniforme
- ✓ Identifiquen la trayectoria del movimiento circular uniforme
- ✓ Reconozcan la velocidad tangencial
- ✓ Reconozcan la velocidad angular

### **4.3 Resultados del estudio exploratorio**

La prueba diagnóstica se aplicó a 29 estudiantes del grado décimo con la intención de conocer sus ideas previas sobre el movimiento circular uniforme y sus características, para lo cual fueron formuladas 7 preguntas abiertas.

Las preguntas y su análisis se detallan a continuación.

**1. ¿Por qué la Luna gira alrededor de la Tierra? ¿Cuánto demora la luna en su periodo de rotación alrededor de la tierra?**

---

<sup>7</sup> MORALES Vallejo, Pedro. Los exámenes orales y las preguntas abiertas

Para esta pregunta se presentó en el formulario un vídeo sobre imágenes inéditas de la luna girando alrededor de la tierra tomada del Canal de Filipinas <https://youtu.be/5-uaHHS6Zko>.

Se pretende con esta pregunta identificar si los estudiantes reconocen la dinámica del movimiento circular uniforme, que existe una causa y es una fuerza constante entre los cuerpos.

De los 29 estudiantes sus respuestas se distribuyeron de la siguiente manera:

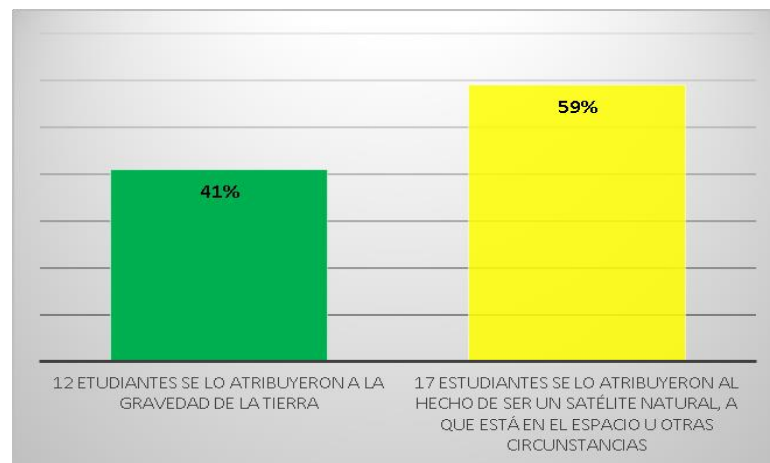


Gráfico 1. Distribución de estudiantes al responder la pregunta ¿Por qué la Luna gira alrededor de la Tierra?

Se puede notar que al realizar la lectura de los 12 estudiantes que le atribuyeron el movimiento circular a la gravedad de la tierra algunos no relacionan la gravedad de la tierra como una fuerza.

En cuanto al tiempo que demora la luna en su periodo de rotación alrededor de la tierra, la distribución de las respuestas es la siguiente:

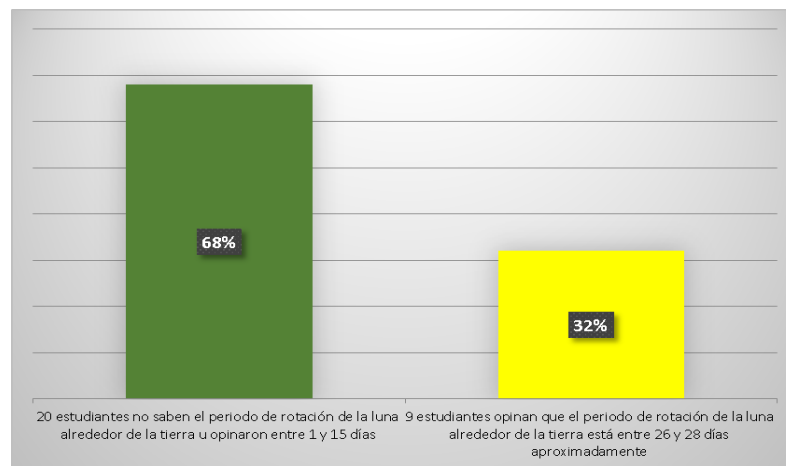


Gráfico 2. Distribución de estudiantes al responder la pregunta ¿Cuánto demora la luna en su periodo de rotación alrededor de la tierra?

## 2. Por qué, al tomar una curva a una velocidad no adecuada los vehículos se salen de la carretera.

Para esta pregunta se les presenta a los estudiantes un vídeo que contiene imágenes de accidentes brutales en una curva de un rally, tomada de la dirección [https://youtu.be/b\\_bPXp0ROkk](https://youtu.be/b_bPXp0ROkk).

El vídeo ubica a los estudiantes como observadores inerciales fuera del vehículo que describe una trayectoria circular, por lo que se pretende que éstos fortalezcan la dinámica del movimiento circular identificando que existe una fuerza, para este caso la de rozamiento, que ha sido superada por la velocidad máxima que puede tener el móvil en esa trayectoria circular para mantenerse en ella.

Las respuestas de los 29 estudiantes fueron organizadas en dos grupos, como se describe a continuación:

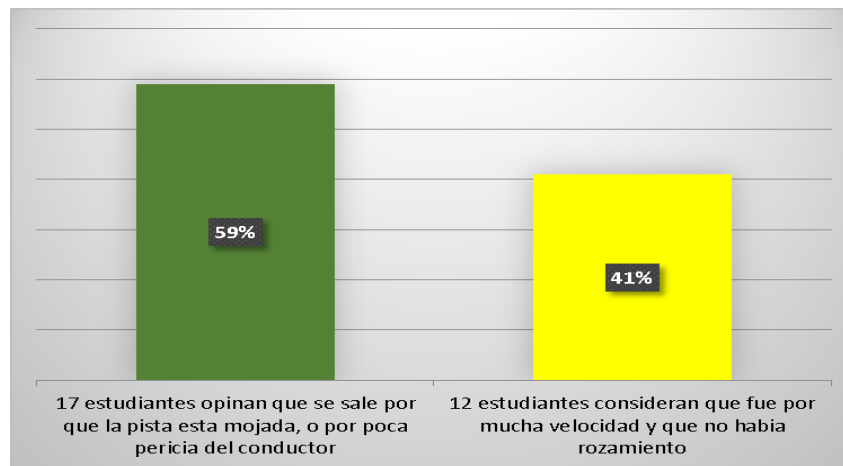


Gráfico 3. Distribución de estudiantes al responder la pregunta ¿Por qué al tomar una curva a una velocidad no adecuada los vehículos se salen de la carretera?

**3. El juego mecánico describe una trayectoria circular. Al desprenderse la silla ¿En qué trayectoria sale con la chica? Explique.**

Esta pregunta está relacionada con las imágenes de un video que muestra un accidente en un parque de atracciones en donde se desprende una silla de la estructura mecánica y sale volando con una chica, tomado de <https://youtu.be/iCMIpekUTSU>.

Se pretende que los estudiantes reconozcan la velocidad en movimiento circular uniforme que para nuestro estudio es la velocidad tangencial o lineal, partiendo de las dos trayectorias presentadas en la escena: circular y lineal.

Las respuestas de los estudiantes para explicar el fenómeno fueron las siguientes:

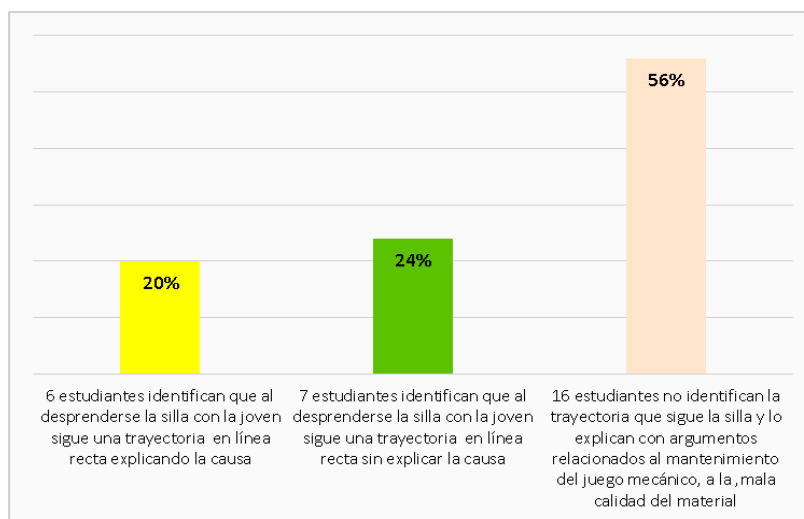


Gráfico 4. Distribución de estudiantes al responder la pregunta Al desprenderse la silla ¿En qué trayectoria sale con la chica?

#### 4. ¿Por qué el agua del cubo no se cae al girar?

Para esta pregunta los estudiantes del grado décimo realizaron la experiencia de tomar un balde con agua y con el brazo extendido se lo hace girar, como se muestra en el vídeo que se encuentra en la dirección <https://youtu.be/H-7RDDC9WAI>.

Se pretende que los estudiantes logren analizar que al intentar hacer girar el balde, en la primera etapa hasta que se logra ponerlo en movimiento, (se le va dando velocidad al balde) es natural que el agua "caiga" y se mojen, pero llega un momento en que el balde está girando, con tal velocidad que el agua no se cae. Entonces podemos decir que lo que sostiene al agua, es el hecho de estar en movimiento circular, con cierta velocidad y cuanto mayor sea la velocidad de giro, mayor será la fuerza que tendremos que aplicar.



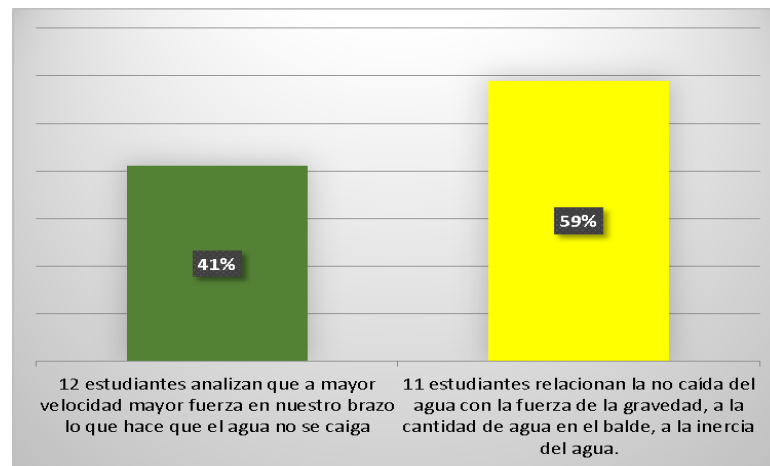


Gráfico 5. Distribución de estudiantes al responder la pregunta ¿Por qué el agua del cubo no se cae al girar?

### 5. ¿Por qué, cuando se deja de girar el cubo el agua cae?

Para esta pregunta se toma como contexto el vídeo que los estudiantes del grado décimo realizaron sobre la experiencia de tomar un balde con agua y con el brazo extendido se lo hace girar. El vídeo se encuentra en la dirección <https://youtu.be/H-7RD9C9WAI>

Los estudiantes deben interpretar el hecho de al dejar de existir el movimiento circular la fuerza que actúa sobre el agua es de la gravedad y que por lo tanto no hay fuerza alguna que la contrarreste haciendo que el agua caiga.

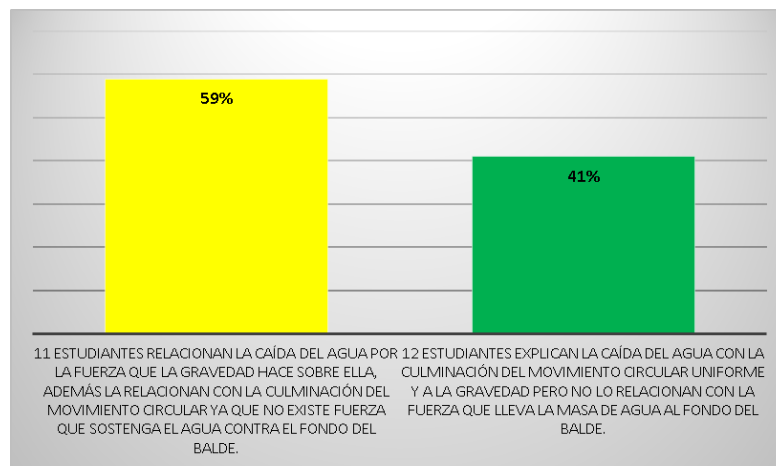


Gráfico 6. Distribución de estudiantes al responder la pregunta ¿Por qué cuando se deja de girar el cubo el agua cae?

**6. Con relación a los puntos referenciados en el vídeo anterior, ¿que podría indicar de la distancia que recorre cada uno, en un giro, en comparación con el otro? Justifique su respuesta**

En el vídeo se muestra el soporte de un abanico que gira en movimiento circular al cual se le han dibujado dos puntos, uno negro y uno rojo, a diferentes distancia del punto central de giro. El video se encuentra en el link: <https://youtu.be/QMhBBNDB3nc>

Se pretende con esta pregunta, que los estudiantes identifiquen la velocidad lineal de una partícula en movimiento circular uniforme, relacionándola con la longitud de la circunferencia descrita.

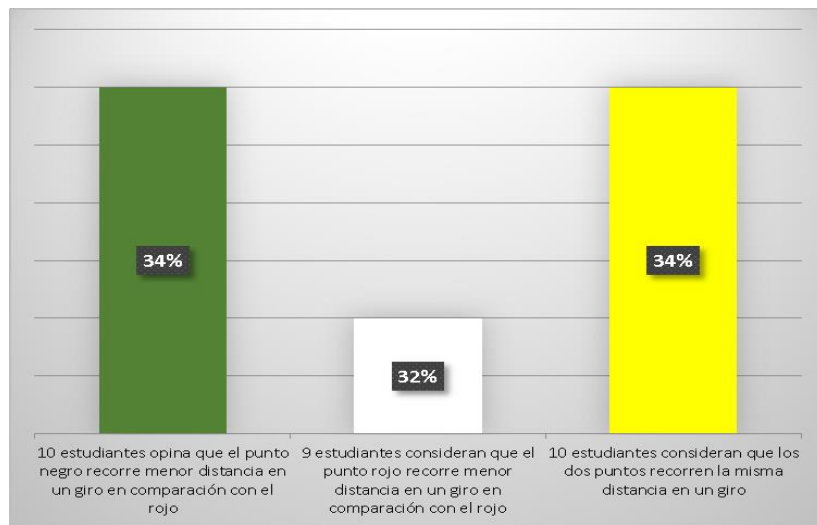


Gráfico 7. Distribución de estudiantes al responder la pregunta ¿Qué podría indicar de la distancia que recorre cada uno, en un giro, en comparación con el otro?

**7. Con relación a los puntos referenciados en el vídeo anterior, ¿qué podría indicar del ángulo que recorre cada uno, en un giro, en comparación con el otro? Justifique su respuesta**

Se tomó como contexto el video que muestra imágenes del vídeo que presenta el soporte de un abanico que gira en movimiento circular al cual se le han dibujado dos puntos, uno negro y uno rojo, a diferente distancia del punto central de giro, ubicado en el link

<https://youtu.be/QMhBBNDB3nc>

Se pretende con esta pregunta que los estudiantes identifiquen la velocidad angular de una partícula en movimiento circular uniforme, relacionándola con el ángulo barrido en un giro completo.

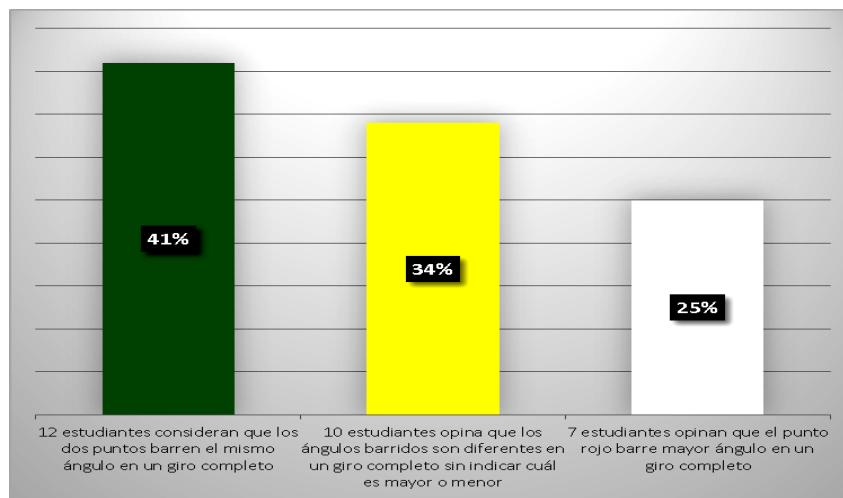


Gráfico 8. Distribución de estudiantes al responder la pregunta ¿Qué podría indicar del ángulo que recorre cada uno, en un giro, en comparación con el otro?

Es notorio el hecho de que la mayoría de los estudiantes caracterizan el movimiento circular uniforme sin tener en cuenta la fuerza involucrada, tratando de explicar las situaciones anteriores mediante otras justificaciones que no llevan el análisis físico correspondiente; de igual forma desconocen los términos que lo acompañan del movimiento periódico tales como frecuencia y periodo. La cinemática del movimiento circular uniforme debe reforzarse por la confusión que muestran en lo referente a velocidad tangencial, velocidad angular y aceleración centrípeta.

De acuerdo con lo anterior se evidencia la necesidad de revisar la conceptualización del movimiento circular uniforme y el análisis de las situaciones desde los parámetros físicos generales, que después deberán ser traducidos a ecuaciones matemáticas, siendo este el objeto de las prácticas de la estrategia didáctica.

## 5.Propuesta didáctica

Teniendo en cuenta el análisis de resultados del estudio exploratorio, se diseñó una guía metodológica dividida en talleres orientados al reconocimiento del movimiento circular uniforme, por parte de los estudiantes.

Durante el desarrollo del trabajo se organizó el material por talleres, para lo cual se distribuyeron los estudiantes en grupos de 4 personas, máximo, para generar una propuesta colaborativa con el intercambio de ideas. Los alumnos proponen algunas de las experiencias para la aplicación del trabajo. Se hace uso de celulares, cuenta en YouTube para subir videos, la aplicación del software Tracker. A continuación se presentan cuatro fases de la propuesta:

- ✓ Primera fase: De acuerdo con la prueba diagnóstica exploratoria se diseñan y aplican tres talleres.
  - Taller uno. Fundamentación sobre el Movimiento circular uniforme, en este taller se busca que los estudiantes reconozcan las características del movimiento circular uniforme y los elementos que lo conforman. Debido a que es la primera vez que ellos estudian este fenómeno físico es conveniente y necesario que se les indique que por su trayectoria se debe recordar los elementos de la circunferencia como radio, arco de circunferencia, longitud de circunferencia; además que, como movimiento periódico, posee periodo y frecuencia. Se trabajó con una bicicleta para que observando el movimiento circular de la llanta de la bicicleta,

interpretaran los conceptos y pudiesen aplicar los cálculos. Mediante este taller se les fundamenta sobre los conceptos iniciales del movimiento circular uniforme y los elementos que lo conforman.

- Taller dos. Fundamentación sobre el Movimiento circular uniforme, para que los estudiantes reconozcan las ecuaciones del movimiento circular uniforme. Además de reconocer las características mencionadas anteriormente es conveniente que identifiquen cinemáticamente los conceptos de velocidad lineal o tangencial, velocidad angular como también de la aceleración. Para este fin, se trabajó con una bicicleta, que con la observación del fenómeno interpretaran los conceptos y pudiesen aplicar los cálculos. Este taller permite que se les fundamente a los estudiantes sobre las ecuaciones del movimiento circular uniforme y su aplicación para los cálculos iniciales mediante una experiencia demostrativa.
- Taller tres. Aplicación de los conceptos dados en una situación física. Los estudiantes elaboran una experiencia libre de un cuerpo en movimiento circular uniforme y calculen en ella las variables y ecuaciones que lo identifican. Se hace necesario la aplicación de los conceptos vistos en una situación real en donde ellos puedan observar el movimiento circular uniforme. En este sentido los estudiantes y por grupos, grabaron videos de situaciones de un cuerpo en movimiento circular uniforme. Se desea que ellos expliquen los conceptos, los interioricen y además realicen los cálculos pertinentes para su respectiva interpretación. En este taller los estudiantes deben identificar las dificultades presentadas para los cálculos y la interpretación del fenómeno físico. Los videos fueron subidos a you tube y sus links respectivos son:

✓ Centrifuga de una lavadora: <https://youtu.be/ylfrbtO700M>

- 
- ✓ Llanta girando: <https://youtu.be/Vo04SinTels>
  - ✓ Manzana girando con cuerda: <https://youtu.be/77ysS8UtX4c>
  - ✓ Movimiento circular uniforme: <https://youtu.be/4Flcmi051Ao>
  - ✓ Piedra en Movimiento circular: <https://youtu.be/6y0k5F5obDs>
  - ✓ Rueda de juguete M.C.U. <https://youtu.be/ZV0o4IT1fHQ>
- ✓ Segunda fase: Revisión de los conceptos desarrollados y su discusión en grupo para retroalimentación. Se discuten los trabajos con los estudiantes y se revisan los resultados para clarificación conceptual. En este proceso se analizan los conceptos aplicados y se refuerza conceptualmente los conceptos de periodo, frecuencia, velocidad lineal, velocidad angular y aceleración. Durante la misma los estudiantes manifestaron algunas inquietudes acerca de los cálculos por la dificultad de realizarlo, de tomar las medidas de tiempo, su confusión para calcular la velocidad angular, la velocidad tangencial y la aceleración.
- ✓ Tercera fase: Revisados y afianzados los conceptos se realizan tres talleres:
- Taller cuatro. Se realizan instrucciones sobre el manejo del tracker. En este taller se realiza una explicación mediante un manual rápido sobre la instalación y uso de su barra herramienta e instrucciones de manejo. Además se les indicó algunas recomendaciones sobre la grabación de los videos, su formato y tratamiento.
  - Taller cinco. A través de éste, los estudiantes elaboran una experiencia libre en donde el cuerpo se encuentre en movimiento circular uniforme para su grabación y aplicación del programa tracker con el fin de determinar los elementos como periodo y frecuencia.

- Taller seis: Con base al trabajo anterior, se continúa uno de modelación del movimiento circular uniforme, en el cual se les pide determinar para la experiencia la velocidad lineal, la velocidad angular y la aceleración centrípeta y comparen los resultados con los cálculos de los mismos mediante los datos experimentales.

Los videos del proceso del uso del tracker para los talleres 5 y 6 y su modelación se encuentran en la cuenta de you tube.

**Engranaje** <https://youtu.be/GEZ9D7OVMBE>

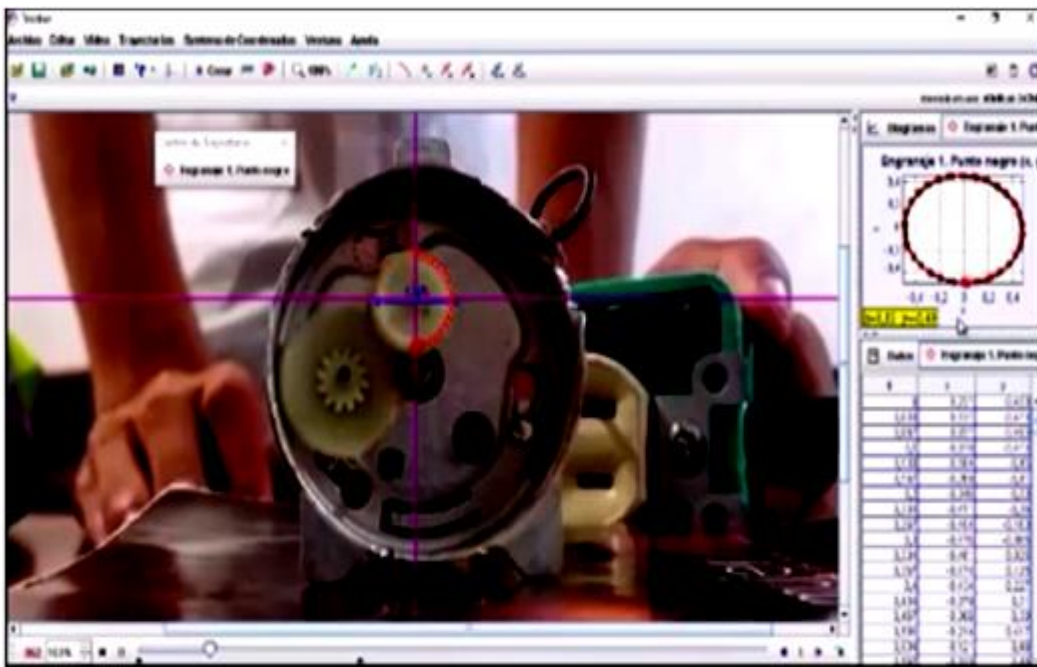


Figura 9. Estudio hecho con el Tracker, por los estudiantes, sobre un engranaje de Lavadora en Movimiento Circular Uniforme. Video casero. Se puede observar en la dirección <https://youtu.be/GEZ9D7OVMBE>



### Hélice de abanico <https://youtu.be/ZCsgPbYed2o>

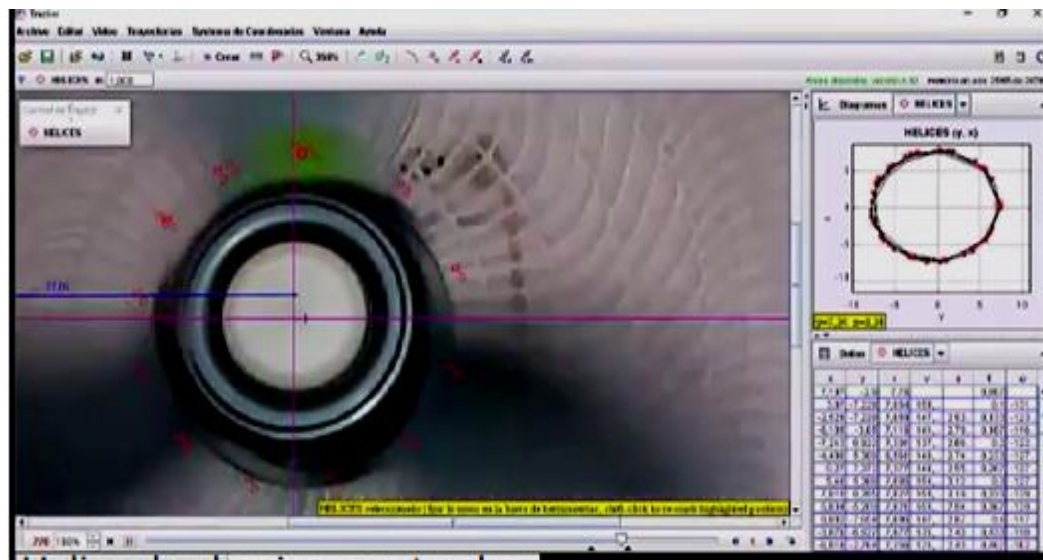


Figura 10. Estudio hecho con el Tracker de la hélice de abanico en Movimiento Circular Uniforme. Video casero. Se puede observar en la dirección <https://youtu.be/ZCsgPbYed2o>

### Llanta carro de juguete <https://youtu.be/v0wY5QmnECI>

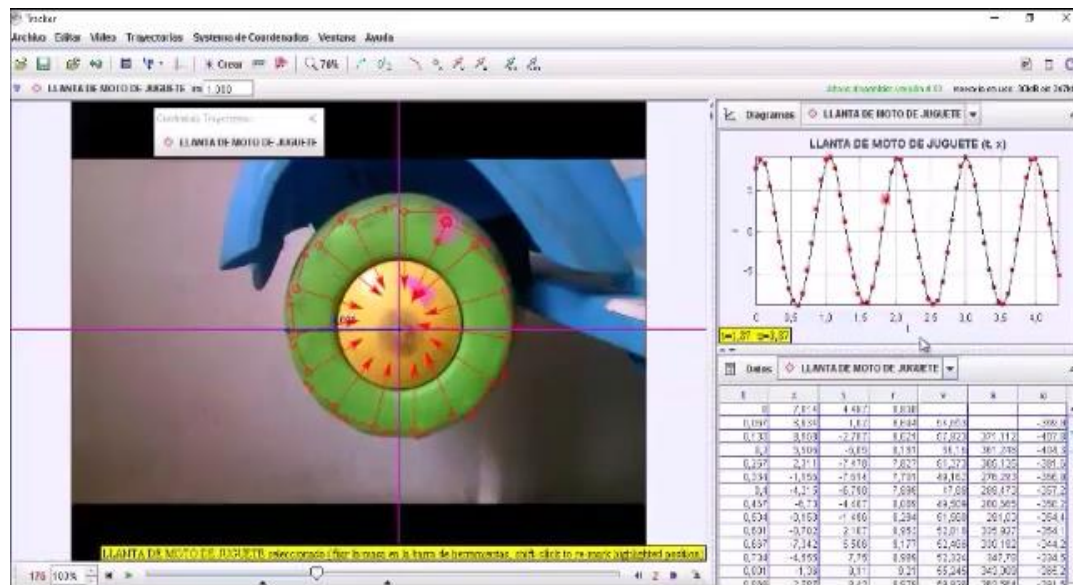


Figura 11. Estudio hecho con el Tracker de la llanta de un carro de juguete en Movimiento Circular Uniforme. Video casero. Se puede observar en la dirección <https://youtu.be/v0wY5QmnECI>

### Llanta de automóvil

<https://youtu.be/cvmclo4mArI>

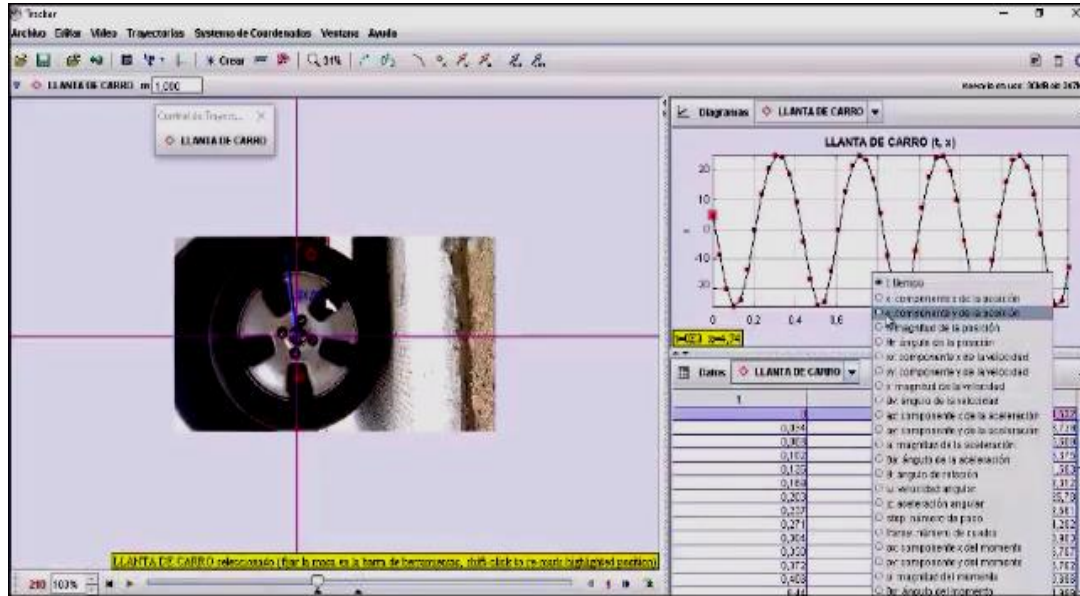


Figura 12. . Estudio hecho con el Tracker de la llanta de un automóvil en Movimiento Circular Uniforme. Video casero. Se puede observar en la dirección <https://youtu.be/cvmclo4mArI>

### Rueda de bicicleta Tracker

<https://youtu.be/VBI2klyRMLs>



Figura 13. Estudio hecho con el Tracker de la rueda de una bicicleta en Movimiento Circular Uniforme. Video casero. Se puede observar en la dirección <https://youtu.be/VBI2klyRMLs>

## Rueda de trapiche

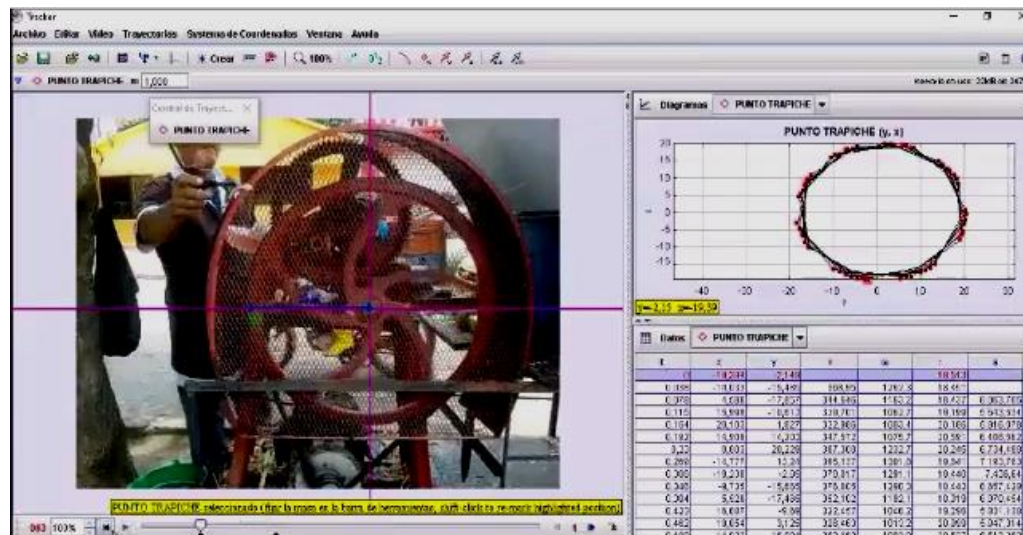
<https://youtu.be/6Vq3HrWf69o>


Figura 14. Estudio hecho con el Tracker de la rueda de un trapiche en Movimiento Circular Uniforme. Video tomado en las calles de Valledupar. Se puede observar en la dirección <https://youtu.be/6Vq3HrWf69o>

## Rueda elíptica

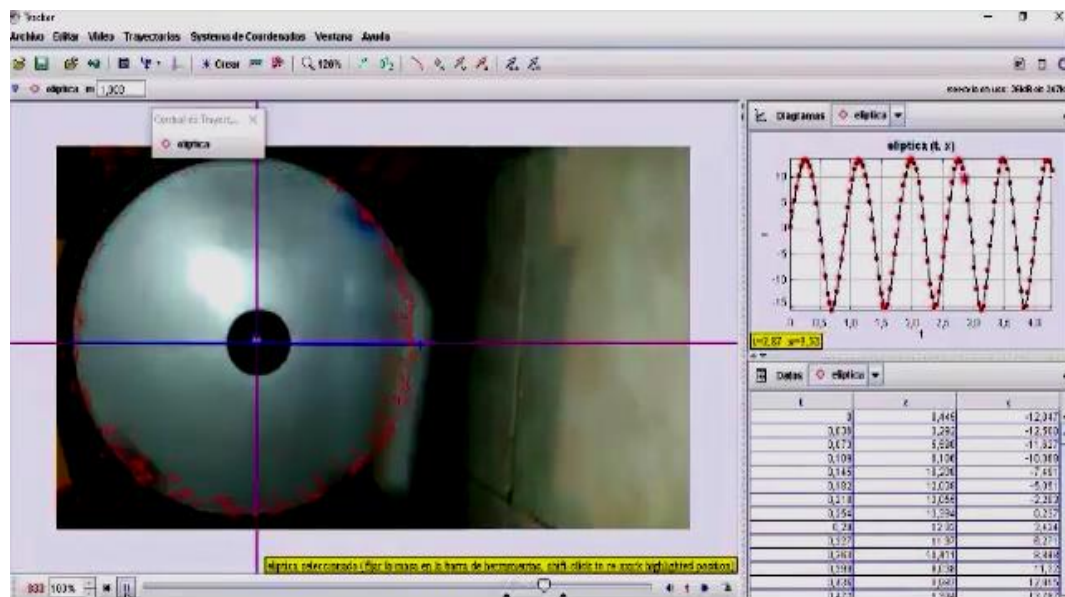
<https://youtu.be/IDpKNkbGgk0>


Figura 15. . Estudio hecho con el Tracker de la rueda de una elíptica en Movimiento Circular Uniforme. Video tomado en un gimnasio casero. Se puede observar en la dirección <https://youtu.be/IDpKNkbGgk0>

## 6. Resultados y Evaluación de la propuesta

La metodología propuesta se aplicó a 29 estudiantes del grupo decimo de la Institución educativa Rafael Valle Meza, por lo que se evaluó nuevamente con la prueba exploratoria para comparar los resultados y observar el proceso de la intervención de la propuesta didáctica descrita.

La ubicación del formulario es la siguiente:

[https://drive.google.com/open?id=1M-xS5siRO1C\\_6Qo3OB0ExNm-B1x4ivk-QTL7hPdSWiQ](https://drive.google.com/open?id=1M-xS5siRO1C_6Qo3OB0ExNm-B1x4ivk-QTL7hPdSWiQ)

Las preguntas y el análisis comparativo con la prueba exploratoria se detallan a continuación.

### **1. ¿Por qué la Luna gira alrededor de la Tierra? ¿Cuánto demora la luna en su periodo de rotación alrededor de la tierra?**

Para esta pregunta se presentó en el formulario un vídeo sobre imágenes inéditas de la luna girando alrededor de la tierra tomada del Canal de Filipinas

<https://youtu.be/5-uaHHS6Zko>.

Las respuestas de los 29 estudiantes se distribuyeron de la siguiente manera:



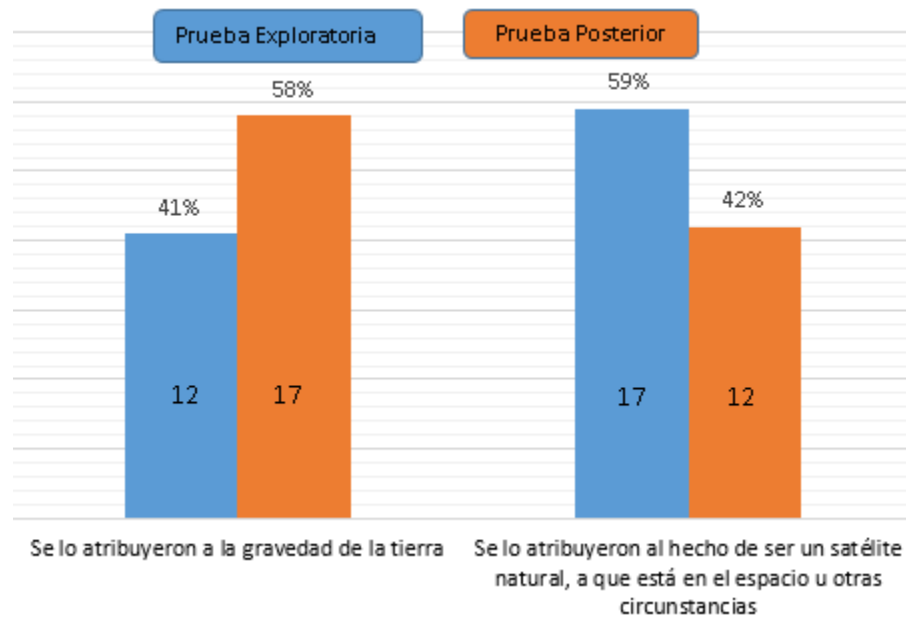


Gráfico 9. Comparativo entre la prueba exploratoria y la prueba posterior frente a la pregunta ¿Por qué la Luna gira alrededor de la Tierra?

En estas respuestas se puede determinar que la cantidad de estudiantes que reconocen la existencia de una fuerza aumentó, en este caso gravitacional para que la tierra se encuentre en órbita geoestacionaria alrededor de la tierra.

En cuanto al tiempo que demora la luna en su periodo de rotación alrededor de la tierra, la distribución de las respuestas indica que aumentó la cantidad de estudiantes que identifican que es el periodo, además reconoce el de la luna entre 26 y 28 días.

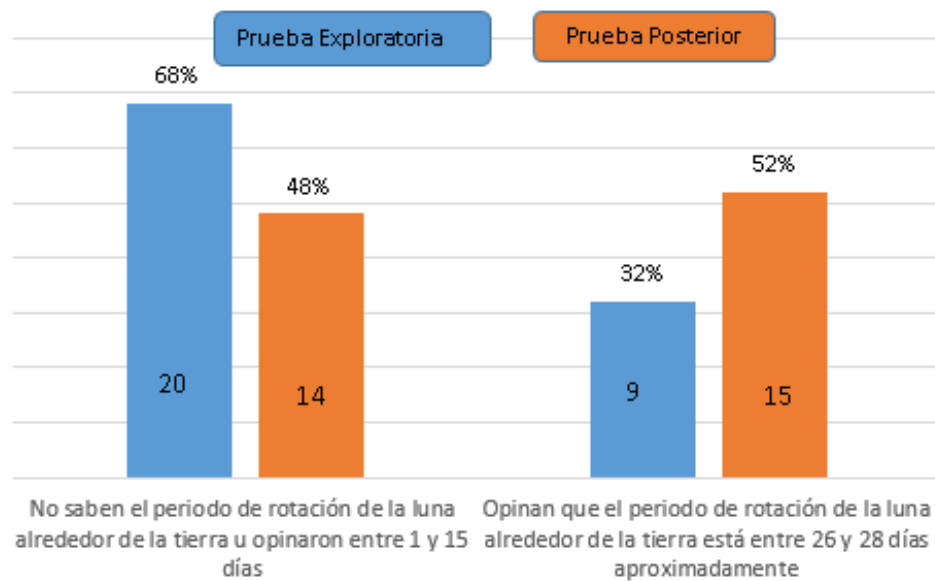


Gráfico 10. Comparativo entre la prueba exploratoria y la prueba posterior frente a la pregunta. ¿Cuánto demora la luna en su periodo de rotación alrededor de la tierra?

En su mayoría reconocen lo que es el periodo de rotación y lo aplican a la luna en su movimiento alrededor de la tierra.

## 2. Por qué al tomar una curva a una velocidad no adecuada los vehículos se salen de la carretera.

Para esta pregunta se les presenta a los estudiantes un vídeo que contiene imágenes de accidentes brutales en una curva de un rally, tomada de la dirección [https://youtu.be/b\\_bPXp0ROkk](https://youtu.be/b_bPXp0ROkk).

Las respuestas de los 29 estudiantes fueron organizadas en dos grupos, como se describe a continuación:

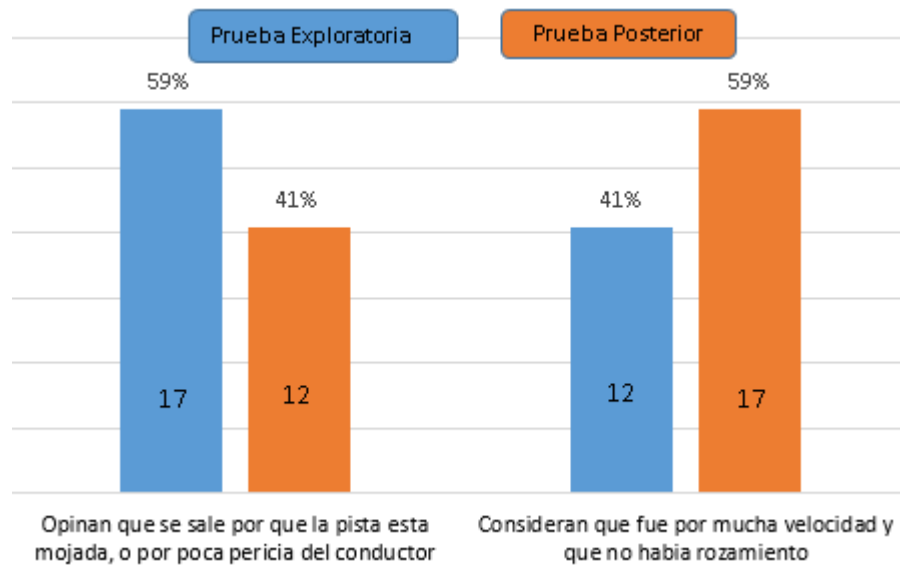


Gráfico 11. Comparativo entre la prueba exploratoria y la prueba posterior frente a la pregunta ¿Por qué al tomar una curva a una velocidad no adecuada los vehículos se salen de la carretera?

Se mejora el reconocimiento de una fuerza para que el movimiento circular uniforme se mantenga. Logran intuir que existe otra fuerza que, es la de rozamiento, pero que aun no relacionan dentro de sus saberes científico.

### 3. El juego mecánico describe una trayectoria circular. Al desprenderse la silla ¿En qué trayectoria sale con la chica? Explique.

Esta pregunta está relacionada con las imágenes de un video que muestra un accidente en un parque de atracciones en donde se desprende una silla de la estructura mecánica y sale volando con una chica, tomado de <https://youtu.be/iCMIpekUTSU>.

Las respuestas de los estudiantes para explicar el fenómeno fueron las siguientes:

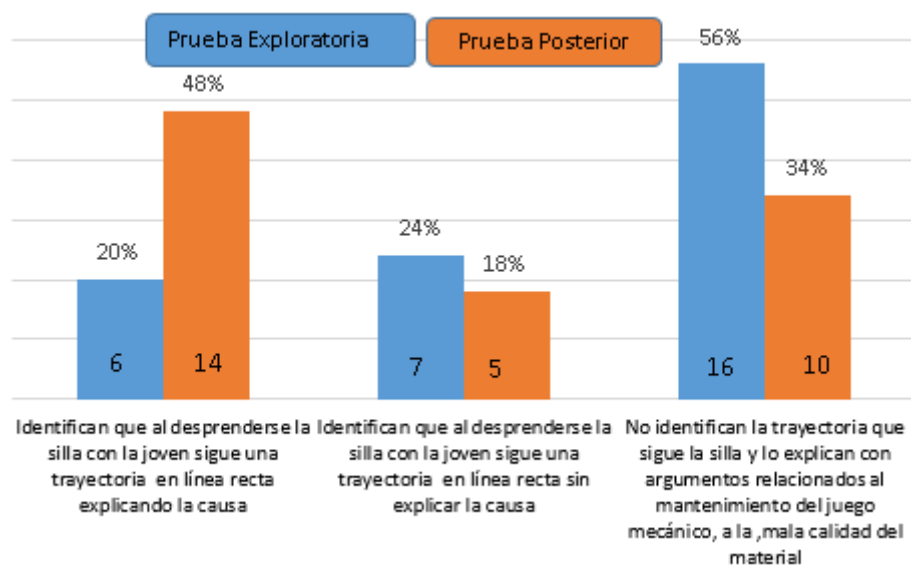


Gráfico 12. Comparativo entre la prueba exploratoria y la prueba posterior frente a la pregunta, Al desprenderse la silla ¿En qué trayectoria sale con la chica?

Existe ya un porcentaje mayor de estudiantes que reconocen la trayectoria del movimiento circular uniforme y su velocidad tangencial.

#### 4. ¿Por qué el agua del cubo no se cae al girar?

Para esta pregunta los estudiantes del grado décimo realizaron la experiencia de tomar un balde con agua y con el brazo extendido se lo hace girar, como se muestra en el vídeo que se encuentra en la dirección <https://youtu.be/H-7RD9C9WAI>.



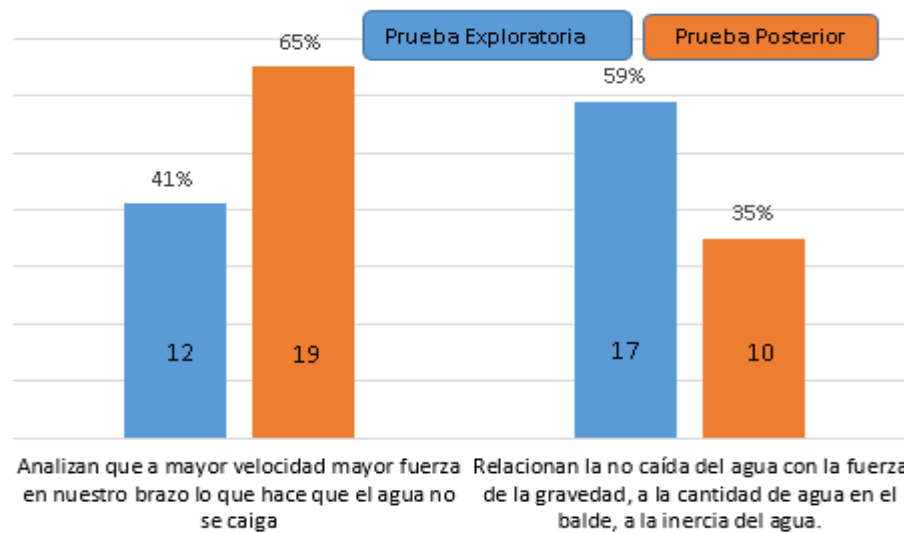


Gráfico 13. Comparativo entre la prueba exploratoria y la prueba posterior frente a la pregunta ¿Por qué el agua del cubo no se cae al girar?

En estas respuestas se observa que los estudiantes relacionan que a mayor velocidad se debe aplicar mayor fuerza para que el cuerpo permanezca en la trayectoria circular, si esta desaparece el movimiento deja de existir.

### 5. ¿Por qué cuando se deja de girar el cubo el agua cae?

Para esta pregunta se toma como contexto el vídeo que los estudiantes del grado décimo realizaron sobre la experiencia de tomar un balde con agua y con el brazo extendido se lo hace girar. El vídeo se encuentra en la dirección <https://youtu.be/H-7RD9C9WAI>

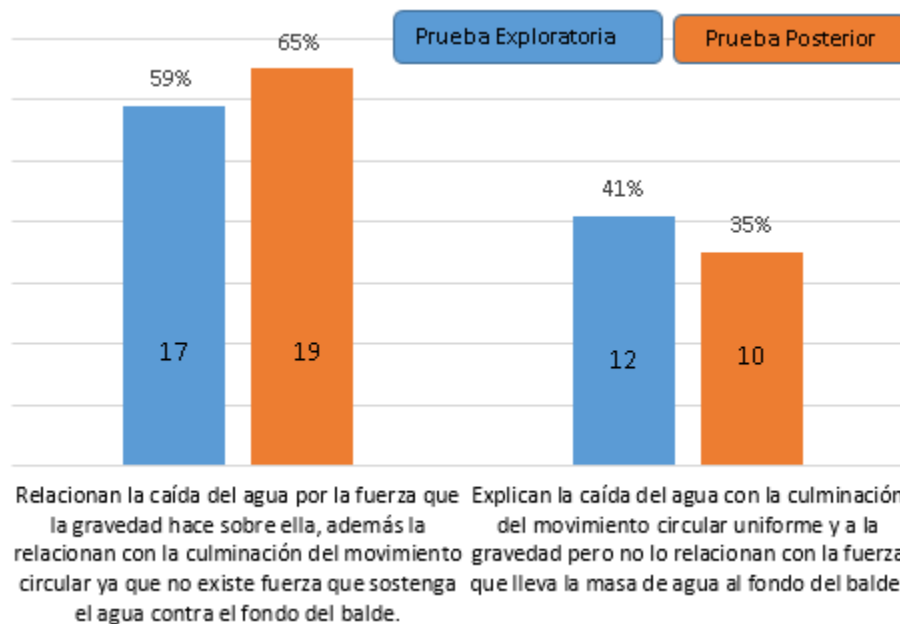


Gráfico 14. Comparativo entre la prueba exploratoria y la prueba posterior frente a la pregunta ¿Por qué cuando se deja de girar el cubo el agua cae?

Se relaciona con la respuesta anterior afianzando la existencia de la fuerza que genera el M.C.U. y en un porcentaje mayor los estudiantes lo comprendieron.

**6. Con relación a los puntos referenciados en el vídeo anterior, ¿que podría indicar de la distancia que recorre cada uno, en un giro, en comparación con el otro? Justifique su respuesta**

En el vídeo se muestra el soporte de un abanico que gira en movimiento circular al cual se le han dibujado dos puntos, uno negro y uno rojo, a diferentes distancia del punto central de giro, el video se encuentra en el link:  
<https://youtu.be/QMhBBNDB3nc>

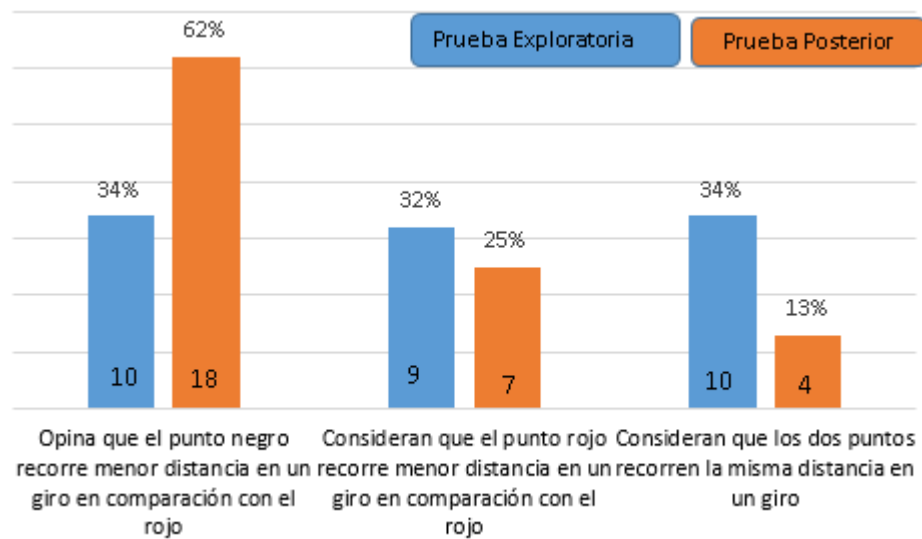


Gráfico 15. Comparativo entre la prueba exploratoria y la prueba posterior frente a la pregunta ¿Qué podría indicar de la distancia que recorre cada uno, en un giro, en comparación con el otro?

Al analizar las respuestas se resalta el hecho de que los estudiantes en mayor proporción reconocen la velocidad lineal y que además está relacionada con el radio de la trayectoria descrita, a mayor radio mayor longitud de circunferencia por lo tanto mayor velocidad tangencial.

**7. Con relación a los puntos referenciados en el vídeo anterior, ¿qué podría indicar del ángulo que recorre cada uno, en un giro, en comparación con el otro? Justifique su respuesta**

Se tomó como contexto el video que muestra imágenes del vídeo que presenta el soporte de un abanico que gira en movimiento circular al cual se le han dibujado dos puntos, uno negro y uno rojo, a diferente distancia del punto central de giro, ubicado en el link

<https://youtu.be/QMhBBNDB3nc>

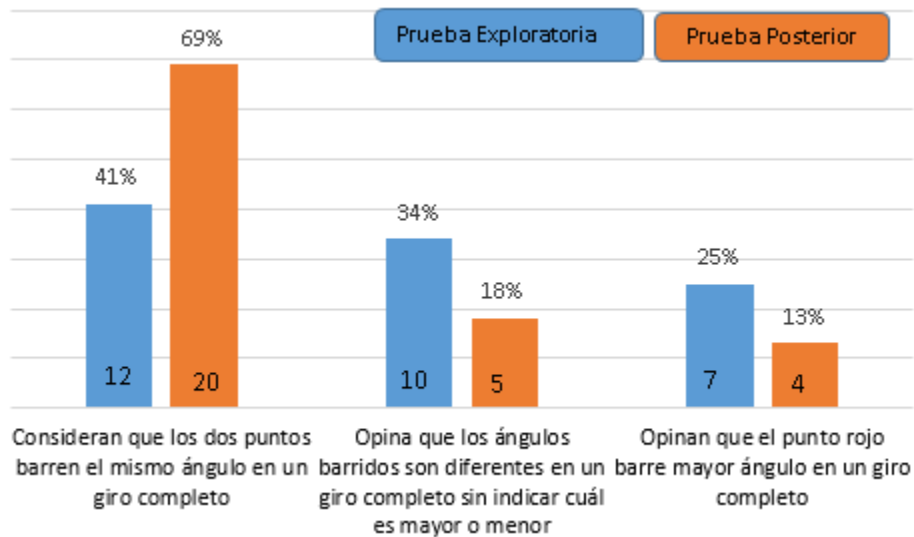


Gráfico 16. Comparativo entre la prueba exploratoria y la prueba posterior frente a la pregunta ¿Qué podría indicar del ángulo que recorre cada uno, en un giro, en comparación con el otro?

En este punto una cantidad mayor de estudiantes ya reconocen la velocidad angular y pueden inferir que ella solamente depende del arco de circunferencia descrita, por lo tanto en los puntos del abanico saben que la velocidad angular es la misma tanto para el punto rojo como para el negro.

## 7. Conclusiones y Recomendaciones

### 7.1 Conclusiones

En la proyección de este trabajo se perfiló la necesidad de crear una estrategia didáctica que permitiera a los estudiantes del grado decimo de la Institución Educativa Rafael Valle Meza entender y conceptualizar el fenómeno del Movimiento Circular Uniforme, sin embargo y paralelo a lo anterior se generaron situaciones favorables para el proceso de aprendizaje de los estudiantes, como:

- ✓ La utilización del software Tracker permitió relacionar la realidad del entorno con experiencias cotidianas y darles un tratamiento físico. En este sentido la estrategia didáctica implementada se encuentra apoyada con el uso de la tecnología de la información y la comunicación posibilitando a los alumnos interactuar de manera simultánea con el fenómeno físico y su modelación, generando además un aprendizaje de los conceptos para la interpretación del fenómeno.
- ✓ Con relación al ambiente de aula, se percibió una mejor disposición por parte de los estudiantes en el desarrollo de las actividades, en la búsqueda de las experiencias cotidianas donde se observaba el Movimiento Circular Uniforme, mostrando una motivación que favoreció el proceso de aprendizaje.
- ✓ La estrategia didáctica posibilitó el estudio y la interpretación del Movimiento Circular Uniforme utilizando recursos y materiales de bajo costo y accesibles a estudiantes y docentes, como lo es un Smartphone y un computador, disponible en la institución educativa. Lo anterior permite la

implementación de experiencias, creando una nueva metodología que favorece el aprendizaje de los estudiantes y faciliten la enseñanza por parte de los docentes.

- ✓ Revisado los resultados de la prueba exploratoria, desarrollados los talleres de la estrategia didáctica y contrastando con el resumen de la prueba posterior, podemos indicar que la intervención mediante la propuesta dada utilizando como mediador el software Tracker, en definitiva favoreció el aprendizaje de los conceptos del Movimiento Circular Uniforme.

## 7.2 Recomendaciones

Durante la ejecución de la estrategia didáctica surgieron una serie de inquietudes que serían convenientes analizar para futuras investigaciones, como:

- ✓ Para la implementación más amplia de la estrategia con el uso del software Tracker es recomendable trabajar transversalmente con el área de Tecnología e informática, generando una correlación entre las asignaturas y el trabajo en equipo de los recursos institucionales.
- ✓ Se evidenció dificultad en algunos estudiantes para calcular el promedio de datos de las variables del Movimiento Circular Uniforme suministrado por el Tracker, lo que hace necesario la revisión del concepto y la forma de calcularlo.
- ✓ Se sugiere trabajar el concepto de fuerza previamente, para poder utilizar la dinámica del fenómeno movimiento circular uniforme y explicar toda su mecánica, desde la causa que lo produce hasta la cinemática del mismo.

## Bibliografía

- [1] ACEVEDO, Hernando y VALENCIA Luis Carlos. Física Grado 10. Editorial Blanecolor Ltda.
- [2] ALVARENGA, Álvarez Beatriz, MAXIMO, Antonio. Física 1. Editorial Oxford. Cuarta edición. México, 2001. P. 76-77
- [3] ARIAS, F. G. (2012). *El Proyecto de Investigación*. Caracas.
- [4] BAUTISTA, Mauricio y SALAZAR, Francia. Hipertexto Física 1. Editorial Santillana, S.A, Bogotá, 2011.
- [5] BERMÚDEZ, Juan Pablo. La teleología circular de Aristóteles. [http://moodle2.unid.edu.mx/dts\\_cursos\\_md/lic/ED/FE/AM/06/bermudez\\_teleologia\\_circular.pdf](http://moodle2.unid.edu.mx/dts_cursos_md/lic/ED/FE/AM/06/bermudez_teleologia_circular.pdf)
- [6] BROWN, D. (2011). TRACKER video analysis and modeling. <http://www.dgeo.udec.cl/~andres/Tracker/>
- [7] CALDERON, S., Núñez, P. y Gil, S. (2009). La cámara digital como instrumento de laboratorio: estudio del tiro oblicuo. *Latín American. Journal of Physic. Educ.* Vol 3 (1). 87 – 92.
- [8] GIL, S (1997). Nuevas Tecnologías en la Enseñanza de la Física. *Educación en Ciencias* 1 (2) 34 1 -10.
- [9] JEWETT, John y SERWAY Raymond. Física para ciencias e Ingeniería, volumen 1. Séptima Edición. Cengagelearning Editores. México D.F. 2008.

- [10] MARTINEZ, A., Espí M., Jover, E., Prats G. (2003). El Video Digital como recurso didáctico para el estudio cinemática del movimiento. *Actes VII Jornades de la Curie*. 53 – 65.
- [11] MOYA, Juan Miguel. ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas campanario, Grupo de Investigación en Aprendizaje de las Ciencias. Departamento de Física. Universidad de Alcalá de Henares. 28871 Alcalá de Henares. Madrid
- [12] MORALES Vallejo, Pedro. Los exámenes orales y las preguntas abiertas. Universidad de Deusto. Instituto de Ciencias de la educación.
- [13] ORTEGA, F. J. (2007). Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. *Latinoam.estud.educ*. Manizales (Colombia), 41 - 60.
- [14] PONTES, Alfonso. (2005b). Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Segunda parte: Aspectos metodológicos. *Revista Eureka sobre la Enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 2(3), 330-343.
- [15] SEARS, SEMANSKI, YOUNG, FREEDMAN. Física universitaria Volumen 1, undécima edición, México. Editorial Pearson, Addison Wesley
- [16] SERWAY, Raymond. A. Física: ciencias e ingeniería. Volumen I, sexta edición. Editorial Thomson, México, 2005.
- [17] HEWITT, Paul G. Física Conceptual, décima edición. Editorial Pearson, Addison Wesley, México, 2007. 131- 150p.
- [18] HELGE, Kragh Historia de la cosmología: De los mitos al universo inflacionario. By (<https://books.google.com.co/books?id=AlfpV-CmoWIC&pg=PA43&dq=fisica:+historia+del+movimiento+circular+uniforme+en+la+antiguedad&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiG78WJ9PnLAhXCRIYKHSzsAfQQ6AEIHTAB#v>)



---

[=onepage&q=fisica%3A%20historia%20del%20movimiento%20circular%20uniforme%20en%20la%20antiguedad&f=false\)](#)

[19] TIPPENS, Paul. Física 1. Traducido de la tercera edición en inglés. Bogotá: McGraw-Hill, 1999.

[20] Plan decenal de educación 2006-2016. Lineamientos en Tecnología de la Información y la Comunicación.

[21] UNESCO. Educación para el desarrollo sostenible.  
<http://www.unesco.org/es/esd/>



## A. Anexo: Fundamentación sobre el movimiento circular uniforme I

### I.E. RAFAEL VALLE MEZA



Grado: Décimo

Apellidos y nombres de los integrantes del grupo

---

---

---

---

- ✓ Logro: Que los estudiantes reconozcan las características del movimiento circular uniforme y los elementos que lo conforman

Mediante este taller al estudiante se le fundamenta sobre los conceptos iniciales del movimiento circular uniforme a través de una experiencia explicativa.

**Movimiento circular.**- Es aquel movimiento en donde una partícula desarrolla un movimiento circular cuando su trayectoria es una circunferencia, la rapidez permanece constante.

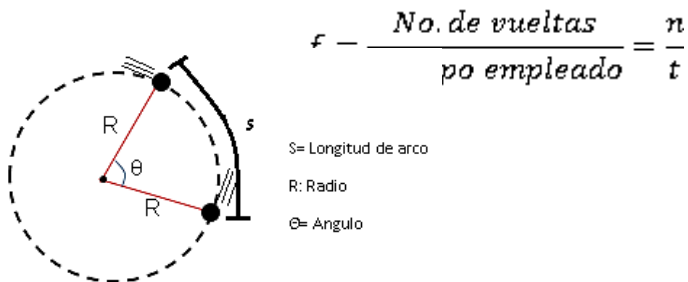
#### Elementos iniciales

- ✓ Desplazamiento angular ( $\theta$ ).- Es el ángulo que describe el radio. Su unidad en el S.I. es el radián (rad).
- ✓ Longitud de arco (s): Es la distancia recorrida por una partícula. Es una porción de la circunferencia.  $s = \theta R$
- ✓ Período (T): Es el tiempo que se utiliza para efectuar una vuelta completa o revolución. Su unidad en el S.I. es el segundo (s )

$$T = \frac{\text{Tiempo empleado}}{\text{No. de vueltas}} = \frac{t}{n}$$

Al graficar un movimiento circular uniforme, se representa un periodo cuando la partícula realiza una vuelta completa mediante la figura:

1. Frecuencia (f): es el número de revoluciones efectuadas en una unidad de tiempo. es la inversa del período, su unidad en el S.I. es el Hertz (hz)



Para el fortalecimiento de los conceptos anteriores se procede a trabajar mediante la siguiente guía:

En esta experiencia los estudiantes calculan e interpretan los conceptos iniciales del movimiento circular uniforme como: Período, frecuencia y reconocen el arco de circunferencia y la longitud de la circunferencia.

#### **Materiales:**

Bicicleta  
Cronometro (puede ser del celular)  
Regla graduada  
Papel de color amarillo (pequeño)  
Pegante  
Hilo

**Montaje:** El que aparece en la figura 1

#### **Procedimiento y Resultados**

1. Mida el radio  $R$  de la rueda trasera

**Figura 1. Montaje**



2. Mida la longitud de la circunferencia de la rueda trasera superponiendo el hilo alrededor de la llanta comenzando por donde se encuentra el papel amarillo y terminando en el mismo punto.

3. Calcule la longitud de la circunferencia mediante la expresión:  $l_c = 2\pi R$ . Compárela con la del punto 2. Explique su resultado

4. Calcule el periodo (T). Para ello haga que su compañero gire el pedal de la bicicleta a la misma velocidad. Indique el procedimiento para hacerlo. Que significa este resultado.

5. Calcule la frecuencia (f). Con los datos anteriores realice el cálculo respectivo. Que significa este resultado.

## B. Anexo: Fundamentación sobre el movimiento circular uniforme II

### I.E. RAFAEL VALLE MEZA



Grado: Décimo

Apellidos y nombres de los integrantes del grupo

---

---

---

---

- ✓ Logro: Que los estudiantes reconozcan las ecuaciones del movimiento circular uniforme

Mediante este taller al estudiante se le fundamenta sobre las ecuaciones del movimiento circular uniforme y su aplicación para los cálculos iniciales por medio de una experiencia explicativa.

**Movimiento circular.**- Es aquel movimiento en donde una partícula desarrolla un movimiento circular cuando su trayectoria es una circunferencia, la rapidez permanece constante.

Ecuaciones: Referencie la figura 1.

- ✓ Velocidad lineal o tangencial ( $v$ ).- Es la rapidez con la que una partícula recorre una circunferencia.

**R:** Radio (m)

**T:** Período (s)

**t:** Tempo (s) **S:** Longitud de arco (m)

$$v = \frac{S}{t} = \frac{2\pi R}{T}$$

- ✓ Velocidad angular ( $\omega$ ): Es la rapidez con que la partícula barre un ángulo en la unidad de tiempo.

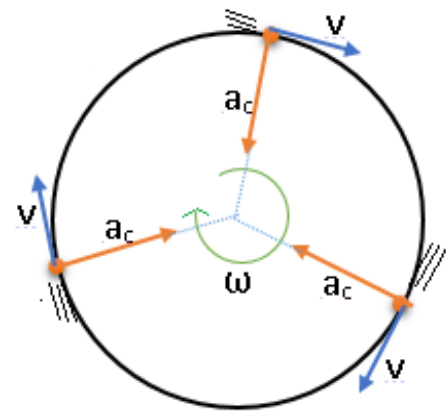
$\theta$ : Ángulo central (rad)     $t$ : Tiempo (s)  
 $T$ : Período (s)

$$\omega = \frac{\theta}{T} = \frac{2\pi \text{ rad}}{T \text{ s}}$$

- ✓ Aceleración centrípeta ( $a_c$ ): Es la aceleración que cambia constantemente la dirección de la velocidad.  $\omega$

$$a_c = \frac{v^2}{R} = \omega^2 R$$

Figura 1. Movimiento circular uniforme



Para el fortalecimiento de las ecuaciones anteriores se procede a trabajar mediante la siguiente guía:

En esta experiencia los estudiantes aplican las ecuaciones para interpretarles e como: velocidad lineal, velocidad angular y aceleración centrípeta.

### Materiales:

Bicicleta  
 Cronometro (puede ser del celular)  
 Regla graduada  
 Papel de color amarillo (pequeño)  
 Pegante  
 Hilo

**Montaje:** El que aparece en la figura 2

Figura 2. Montaje



### Procedimiento y Resultados

1. Mida el radio  $R$  de la rueda trasera

2. Calcule la longitud de la circunferencia mediante la expresión:  $l_c = 2\pi R$ .

- 3.

bicicleta a la misma velocidad. Indique el procedimiento para hacerlo

4. Calcule la frecuencia (f). Con los datos anteriores realice el cálculo respectivo.

5. Realice el cálculo de la velocidad lineal y explique qué significa

6. Realice el cálculo de la velocidad angular y explique qué significa

7. Realice el cálculo de la aceleración centrípeta y que significa



## C. Anexo: Aplicación de los conceptos dados en una situación física libre.

### I.E. RAFAEL VALLE MEZA



Grado: Décimo

Apellidos y nombres de los integrantes del grupo

---

---

---

---

Logro

- ✓ Que los estudiantes elaboren una experiencia de un cuerpo en movimiento circular uniforme y calculen en ella las variables que lo identifican.

Mediante este trabajo se les asigna a los estudiantes la elaboración de una experiencia libre en donde recrearán un movimiento circular uniforme y teniendo en cuenta los conceptos teóricos trabajados calculen: Periodo. Frecuencia, velocidad lineal, velocidad angular y aceleración centrípeta.

Título de la Experiencia: \_\_\_\_\_

1. Que elementos va a utilizar, detállelos

---

---

---

---

---

---

---

2. Describa la experiencia a desarrollar

---

---

---

---

---

---

---

---

3. Con base a los conceptos vistos sobre Movimiento circular uniforme y las expresiones que los regulan calcule:

a) Periodo

b) Frecuencia

c) Velocidad tangencial o lineal

d) Velocidad angular

e) Aceleración centrípeta

---

4. Que dificultad encontró durante la experiencia

---

---

---

---

---

---

5. Que dificultad tuvo para realizar los cálculos

---

---

---

---

---

---

---

---

---

6. Que representa cada magnitud calculada

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## D. Anexo: Guía de orientación sobre el Tracker

**I.E. RAFAEL VALLE MEZA**

Grado: Décimo

Apellidos y nombres de los integrantes del grupo



---

---

---

Logro

- ✓ Que los estudiantes aprendan el manejo del uso del software tracker.

Mediante este trabajo se busca que los estudiantes aprendan a instalar, manipular y ejecutar el software tracker para modelar situaciones físicas.

Para este trabajo se cuenta con el préstamo de los computadores de la sala de cómputo en transversalidad con el área de tecnología e informática. Los equipos cumplen con las consideraciones técnicas del sistema:

- ✓ Tener un mínimo de 500 MB de RAM y un ancho de banda mínimo de 500 Kb
  - ✓ Contar con el programa [Java](#) 1.5 y [Quicktime7](#)
  - ✓ Tener el programa Tracker versión 3.10.
1. Descargue el software tracker del siguiente enlace:  
<http://www.cabrillo.edu/%7Edbrown/tracker/webstart/tracker.jar>
  2. Descargue el manual en español de tracker del siguiente enlace:  
<http://old.dgeo.udec.cl/~andres/Tracker/>

## E. Anexo: Guía de orientación sobre modelación del movimiento circular I

### I.E. RAFAEL VALLE MEZA



Grado: Décimo

Apellidos y nombres de los integrantes del grupo

---

---

---

Logro

- ✓ Que los estudiantes elaboren una experiencia de un cuerpo en movimiento circular uniforme y modelen las características que lo identifican utilizando el programa **tracker**

Mediante este trabajo se les asigna a los estudiantes la elaboración de una experiencia libre en donde recrearán un movimiento circular uniforme, para luego utilizar el programa tracker con el fin de modelar los elementos como: periodo. Frecuencia.

Título de la Experiencia: \_\_\_\_\_

1. Que elementos va a utilizar, detállelos

---

---

---

---

---

2. Describa la experiencia a desarrollar

3. Grabe la experiencia a desarrollar
  
4. Con base a los conceptos vistos sobre Movimiento circular uniforme y las expresiones que los regulan calcule:

| Elemento  | Calculo | Modelando con el tracker   |
|---|---------|--|
| <b>Realice el grafico de la trayectoria de la partícula utilizando el trcker</b><br>Para este paso seleccione en el menú graficar Y contra X. Haga una impresión de pantalla y péguela en este espacio. (Cuadre la imagen en el tracker para que las escalas sean iguales). Que trayectoria representa? |         |  |
| Periodo   |         | Haga las gráficas<br>1. Posición en “x” contra el tiempo. Haga una captura de la imagen y pegue la gráfica en este espacio.<br><br>Cuál es el comportamiento de la posición de la partícula en este gráfico?<br><br>2. Posición en “y” contra el tiempo. Haga una captura de la imagen y pegue la gráfica en este espacio.<br><br>Cuál es el comportamiento de la posición de la |

|            |  |  |
|------------|--|--|
|            |  | <p>partícula en este gráfico?</p> <p>3. Conociendo la gráfica sinusoidal y comprando las dos graficas anteriores, Cual sería el periodo. Justifique su respuesta.</p>  |
| Frecuencia |  | <p>Haga las gráficas</p> <p>1. Posición en “x” contra el tiempo. Haga una captura de la imagen y pegue la gráfica en este espacio.</p> <p>Cuál es el comportamiento de la posición de la partícula en este gráfico?</p> <p>2. Posición en “y” contra el tiempo. Haga una captura de la imagen y pegue la gráfica en este espacio.</p> <p>Cuál es el comportamiento de la posición de la partícula en este gráfico?</p> <p>3. Conociendo la gráfica sinusoidal y comprando las dos graficas anteriores, Cual sería el la frecuencia. Justifique su respuesta.</p> |

## F. Anexo: Guía de orientación sobre modelación del movimiento circular II

### I.E. RAFAEL VALLE MEZA

Grado: Décimo

Apellidos y nombres de los integrantes del grupo

---



---



---



Logro

- ✓ Que los estudiantes elaboren una experiencia de un cuerpo en movimiento circular uniforme y modelen las ecuaciones que lo identifican utilizando el programa **tracker**

Con base al trabajo de la guía No. 5 se prosigue el trabajo de modelación de las ecuaciones del movimiento circular uniforme para determinar, velocidad lineal, velocidad angular y aceleración centrípeta y la comparen con los cálculos realizados de los mismos.

| Elemento         | Calculo | Modelando con el tracker   |
|------------------|---------|--|
| Velocidad lineal |         | Haga las gráficas<br>1. Magnitud de la velocidad. Haga una captura de la imagen y pegue la gráfica en este espacio |



|                   |  |  |
|-------------------|--|--|
|                   |  | <p>Cuál es el comportamiento de la velocidad y su módulo.</p> <p>2. Haga el grafico de Velocidad en “x” contra el tiempo<br/>Haga una captura de la imagen y pegue la gráfica en este espacio.</p> <p>Como es el comportamiento de la velocidad en el eje de las “x” en función del tiempo.</p> <p>3. Haga el grafico de Velocidad en “y” contra el tiempo<br/>Haga una captura de la imagen y pegue la gráfica en este espacio.</p> <p>Como es el comportamiento de la velocidad en el eje de las “y” en función del tiempo</p> |
| Velocidad angular |  | <p>Haga el grafico</p> <p>4. Velocidad angular (<math>\omega</math>) contra el tiempo.<br/>Cuál sería la velocidad angular?<br/>Haga una impresión de pantalla y pegue la gráfica en este espacio.</p>   |

|                           |  |  |
|---------------------------|--|--|
|                           |  |  |
| Aceleración<br>centrípeta |  | <p>Haga las gráficas</p> <p>1. Magnitud de la aceleración. Haga una captura de la imagen y pegue la gráfica en este espacio</p> <p>Cuál es el comportamiento de la aceleración y su módulo.</p> <p>2. Haga el grafico de aceleración en “x” contra el tiempo. Haga una captura de la imagen y pegue la gráfica en este espacio.</p> <p>Como es el comportamiento de la aceleración en el eje de las “x” en función del tiempo.</p> <p>3. Haga el grafico de aceleración en “y” contra el tiempo. Haga una captura de la imagen y pegue la gráfica en este espacio.</p> <p>Como es el comportamiento de la aceleración en el eje de las “y” en función del tiempo</p> |

---

5. Que dificultad encontró durante la experiencia

---

---

---

---

---

---

6. Que dificultad tuvo para realizar los cálculos

---

---

---

---

---

---

---

---

7. Que ventaja representó el trabajo con el tracker

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

## F. Anexo: Imagen prueba exploratoria y posterior

### Indagación sobre pre conceptos de Movimiento Circular Uniforme

Institución educativa Rafael Valle Meza

Apellidos y Nombres \*

Correo Electronico \*

Fecha \*

Jóvenes estudiantes



Dentro del desarrollo de la temática en física corresponde el movimiento circular uniforme, para lo anterior presento este formulario que busca exclusivamente indagar el conocimiento que usted tiene sobre el tema. Se les recomienda desarrollarlo con la mayor honestidad y proponiendo la posible explicación que justifique lo preguntado al fenómeno físico.

La sola participación en el diligenciamiento del formulario será valorada con desempeño superior sin importar sus respuestas. El formulario debe estar diligenciado a más tardar el día: 09 de marzo a las 9:00 a.m, pasada la fecha y hora máxima permitida los estudiantes que no envíen sus respuestas se valorarán con desempeño bajo.

#### Imágenes inéditas de la luna girando alrededor de la tierra



Tomado del Canal de Filipinas - Actualidad. Publicado el 12 diciembre. 2013. La sonda espacial Juno, de camino a Júpiter, a donde llegará en julio de 2016, ha captado con una de sus cámaras unas imágenes nunca vistas de la rotación de la Luna alrededor de la Tierra. Las imágenes captadas por la sonda Juno fueron enviadas a la Tierra y la NASA las ha procesado en un vídeo espectacular.

1. ¿Por qué la Luna gira alrededor de la Tierra? ¿Cuánto demora la luna en su periodo de rotación alrededor de la tierra? \*

1. ¿Por qué la Luna gira alrededor de la Tierra? ¿Cuánto demora la luna en su periodo de rotación alrededor de la tierra? \*

#### La curva maldita



Tomado de DVL93. Accidentes brutales todos en la misma curva de un rally.  
[https://www.youtube.com/watch?v=b\\_bPXp0ROkk](https://www.youtube.com/watch?v=b_bPXp0ROkk)

2. Porqué al tomar una curva a una velocidad no adecuada los vehículos se salen de la carretera. \*

#### Parque de atracciones



Impresionante accidente en parque de atracciones, se desprende una silla y sale volando con una chica

3. El juego mecánico describe una trayectoria circular. Al desprenderse la silla ¿En qué trayectoria sale con la chica? Explique por qué. \*

## El agua que no cae



Se llena un vaso con agua y se lo hace girar con cierta rapidez.

4. ¿Porque el agua del cubo no se cae al girar? \*
5. ¿Porque cuando se deja de girar el cubo el agua cae? \*

## Puntos en el soporte de un abanico



En el vídeo se muestra el soporte de un abanico que gira en movimiento circular al cual se le han dibujado dos puntos, uno negro y uno rojo, a diferentes distancia del punto central de giro.

6. Con relación a los puntos referenciados en el vídeo anterior, ¿que podría indicar de la distancia que recorre cada uno, en un giro, en comparación con el otro? Justifique su respuesta \*
  7. Con relación a los puntos referenciados en el vídeo anterior, ¿qué podría indicar del ángulo que recorre cada uno, en un giro, en comparación con el otro? Justifique su respuesta \*
-



## G. Anexo: Imágenes fotográficas



